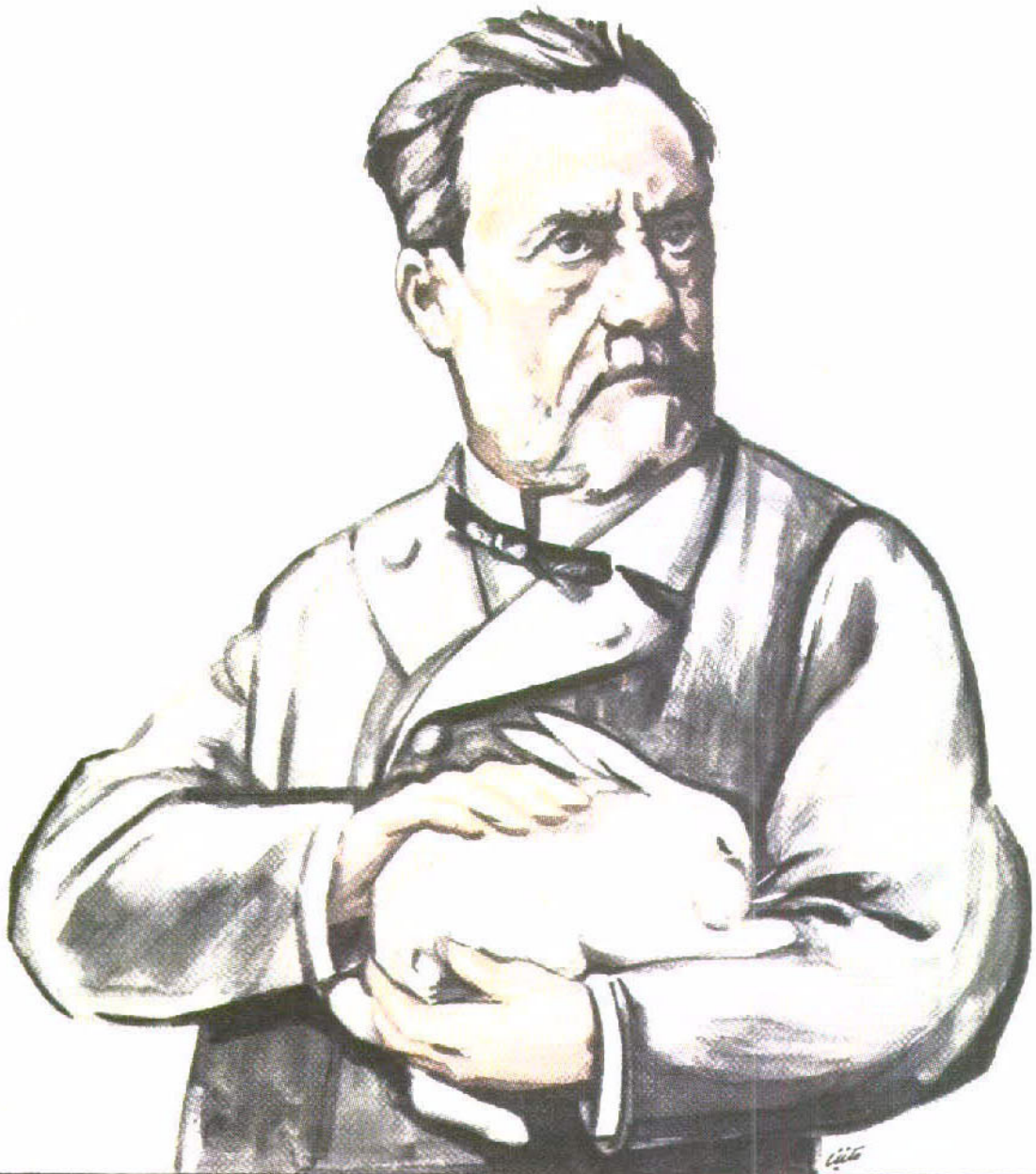


# روشنگر آموزش شیمی

شماره مسلسل ۱۰

بها: ۱۰۰ ریال

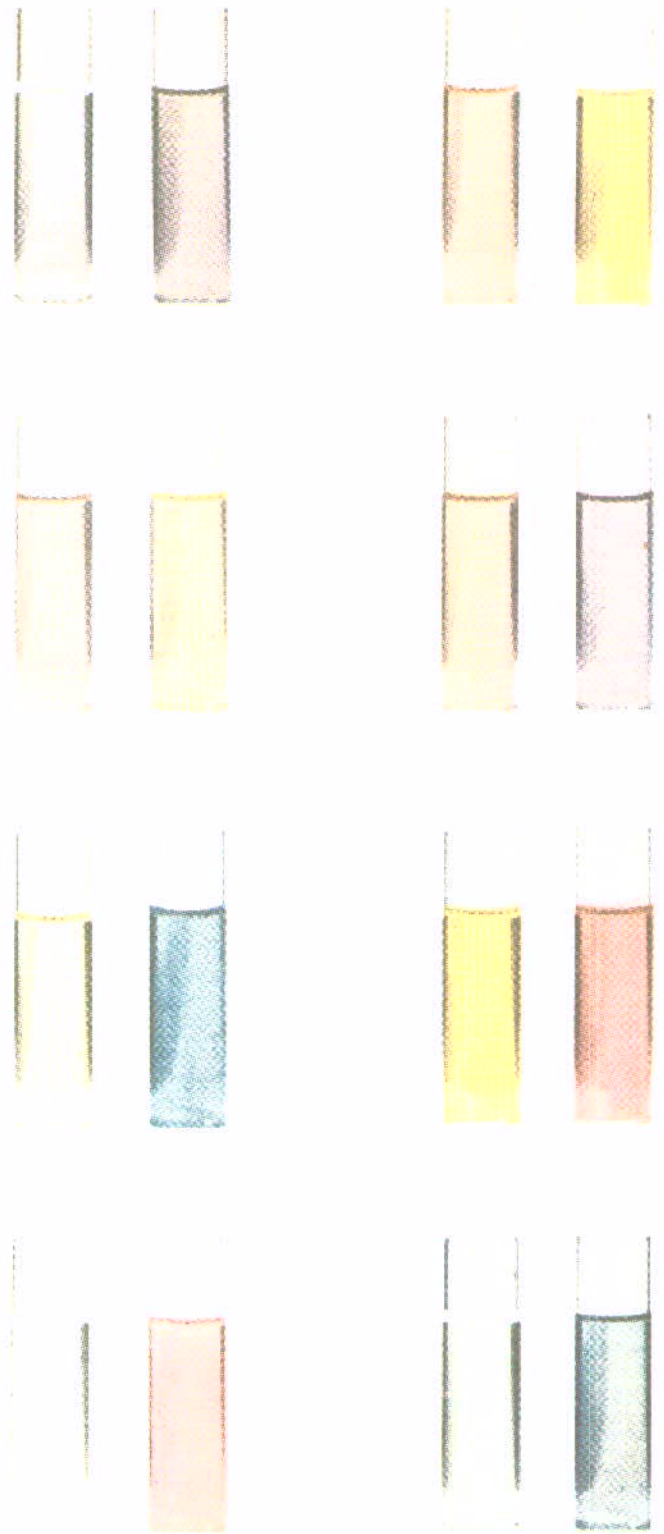
سال سوم - شماره ۲ - زمستان ۱۳۶۵





### شناساگرهای اسید - باز

این شکلها شناساگرهای مهم و دامنه pH تغییر رنگ آنها را نشان می‌دهد.



### آزمایش به کمک شعله



باریم

کلسیم

مس

لیتیم

پتاسیم

سدیم

استرانسیم



پیشگفتار

## توحید مایه حیات آدمی است

در تعلیمات اسلامی، توحید ارزش والایی دارد. زیرا اساس، خمیرمایه، ریشه، عصاره و بالاخره نخستین اصل اساسی دین اسلام است. در حدیثی از حضرت علی علیه السلام در غررالحکم چنین آمده است که «التوحید حیات النفس» یعنی توحید مایه حیات و جان آدمی است. از نظر عبادی، سیاسی و اجتماعی، توحید حلقه وحدت و پیوند مسلمانان با یکدیگر است. همه جوامع اسلامی باید یک برنامه داشته باشند. همان طور که همه برگرد یک خانه طواف می کنند، همه در یک ماه معین (روزه می گیرند، همه به سوی یک قبله نماز می خوانند، باید همه یکپارچه در برابر دشمنان بایستند و با هم دعا و نماز وحدت بخوانند. نماز بزرگترین فریاد است و مؤثرترین عامل پیوند دهنده مسلمانان با یکدیگر است. چنانکه حضرت رضا علیه السلام می فرماید نماز انسان را از گناهان دور و پاک نگه می دارد، در اجزاء مختلف طبیعت نیز، ارتباط، همبستگی و یکپارچگی برقرار است. ایمان به توحید، سبب وحدت و همبستگی انسانهاست. در جامعه قرآنی همه جهانیان آفریده یک خدا هستند و همه تحت تربیت او قرار دارند. «الحمد لله رب العالمین» حمد و ستایش خدایی را که مربی و هدایت کننده جهانیان است، همان طور که نظر اوست باهم یکی باشیم و دست از پراکندگی و جدایی برداریم.

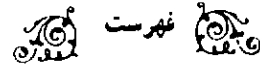
خدایا توفیق عبودیت و وحدت را به ما عطا فرما

سردبیر

# رشد

سال سوم - شماره ۲ - زمستان ۱۳۶۵ شماره مسلسل ۱۰  
 نشریه گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف  
 کتابهای درسی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی  
 نشانی: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴  
 وزارت آموزش و پرورش تلفن ۴ - ۸۳۹۲۶۱ داخلی (۴۲)  
 سردبیر: سید رضا آقا پور مقدم  
 تولید: واحد مجلات رشد تخصصی  
 صفحه آرا: علی نجمی

مجله رشد آموزش شیمی هر سه ماه یک بار به منظور اعتلای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و آشنایی آنان با شیوه های صحیح تدریس شیمی منتشر می شود.



۳	سردبیر	پیشگفتار
۴	سید رضا آقا پور مقدم	پاستور، لویی
۶	دکتر حسین آقائی	گفتگو
۸	دکتر حسین آقائی	مروری بر خواص سیستمهای کلویدی
۱۵	دکتر منصور عابدینی	سینتیک شیمیایی و تعادل شیمیایی
۲۲	دکتر محمد رضا ملاردی	نقش ترکیبات آلی فلزی در صنایع شیمیایی
۲۴	دکتر علی پورجوادی	خواص بنیادی اتم
۳۲	دکتر علی پورجوادی	دستور ساخت سلسله وسایل آزمایشگاهی شیمی
۳۳	مرتضی خلخالی	۲ - ی - نوروزیان
۴۰	مرتضی خلخالی	الیاف سنتزی
۴۶	مرتضی خلخالی	اثرات رنگهای خوراکی مصنوعی بر بدن
۵۱	مرتضی خلخالی	محسن انتظاری مقدم
۵۴	مرتضی خلخالی	هدفهای آموزشی و اصول ارزشیابی در آموزش شیمی
۶۲	مرتضی خلخالی	بعضی از مفاهیم اساسی
۶۴	مرتضی خلخالی	علی اکبر نوروزی
۶۵	مرتضی خلخالی	پاسخ پرسشهای شیمی آلی مندرج در شماره ۱۰
	مرتضی خلخالی	بخش ویژه دانش آموزان
	مرتضی خلخالی	حسام امینی
	مرتضی خلخالی	اخبار
	مرتضی خلخالی	معرفی کتاب

روی جلد: لویی پاستور

وی در دوران کودکی هیچگونه هوش زیادی از خود نشان نمی‌داد، اما بسیار سخت‌کوش و پرتلاش بود و در دوران تحصیلی شاگرد برجسته‌ای نبود بیشتر به نقاشی علاقه داشت، استعدادش در فراگیری ریاضی متوسط بود و در شیمی هم، شاگردی متوسط به شمار می‌رفت. از معلمان خود پرسشهای شگفت‌آوری می‌کرد و به شیمی عشق می‌ورزید. وی آرزو داشت که روزی در هنرهای دستی استاد شود. چون به شیمی عشق وافر داشت. در جلسات درس دوما (Dumas) شیمیدان فرانسوی شرکت می‌کرد. پدرش به‌پیشه معلمی ارج می‌نهاد، آرزو داشت روزی پسرش معلم شود و به لویی چنین اظهار داشت. «آه اگر تو به توانی معلم شوی و در مدرسه شبانه‌روزی آربوآ (Arbois) تدریس کنی، من از خوشبخت‌ترین مردان جهان خواهم بود. لویی گفته‌های پدر را پذیرفت وی همین که دوره دبیرستان را به پایان رساند، در دانشسرای عالی پاریس که یکی از بلند آوازه‌ترین مؤسسه‌های دانشگاهی فرانسه است، پذیرفته شد. در ۲ سالگی در رشته علوم، لیسانس گرفت. پس از فراغت از تحصیل با پژوهشی که درباره خواص برخی از اسیدها انجام داده بود به حضور ژان بائیست بیو (Biot) فیزیکدان فرانسوی رسید، این آغاز مرحله پیروزی بود. «بیو» به پژوهش پاستور ارج نهاد. وی برای این‌که علاقه درونی خود را نسبت به پاستور ابراز کند او را به نیابت کرسی اسنادی شیمی دانشگاه استراسبورگ برگزید و می‌گفت که پاستور باید کارهای پژوهشی بزرگی انجام دهد، زیرا استعداد شگفت‌آوری در او وجود دارد.

در ۱۸۴۸ به رئیس دانشگاه استراسبورگ نامه‌ای نوشت و از دخترش خواستگاری کرد و در این نامه وضع زندگی خود را چنین نوشت «من ثروتمند نیستم و فقط از سلامتی کامل، قلبی پاک و مهربان برخوردارم...»

وی در دیژون (Dijon) و استراسبورگ فیزیک و در سالهای ۱۸۵۴



سید رضا آقا پور مقدم

## Pasteur, Louis

# پاستور، لویی

### آراء، عقاید و کارهای پاستور

- پاستور در عقاید خداشناسی راسخ بود و عقیده داشت که خلقت صرفاً در دست خداوند است.
- وی ثابت کرد که تخمیر به وسیله میکروارگانیسم‌ها انجام می‌گیرد. فرضیه تولید مثل خود به خودی را رد کرد.
- دانش بدون وجدان ویرانگر است.

شیمیدان، زیست‌شناس و باکتری دهکده دل (Dôle) زاده‌شد. پدرش دباغ‌شناس فرانسوی در ۲۷ دسامبر ۱۸۲۲ در (پوست پیرا) تنگدستی بود.

به ناچار گوشه‌نشین شد. چنانکه مسعود سعد سلمان شاعر زندانی می‌گوید:

دریغا جوانی و آن روزگار

که از رنج پیری تن آگه نبود

از گفته‌های اوست: «دانش بدون

وجدان ویرانگر است»؛ «دانش را بدون

توجه به مزایای آن دوست دارم»؛ «اراده،

کار و انتظار اساسی‌ترین واژگان فرهنگت

هستند».

پاستور مردی خداشناس، مهربان،

خیرخواه و انسان دوست بود، از این رو

همواره نامش به نیکی به یادگار خواهد

ماند. در ۲۸ سپتامبر ۱۸۶۵ در برکه

شمالی پاریس درگذشت وی را در زیر-

زمین انستیتو پاریس دفن کردند.



### منابع:

۱- آشنایی مختصر با تاریخ علوم

از دفتر تحقیقات و برنامه ریزی درسی

2- Chamber's dictionary  
of scientists

3- Organic chemistry

Bryan J. Stokes

M. SC., F.R.I.C., A.K.C

4- Grand Larousse

encyclopédique (8)

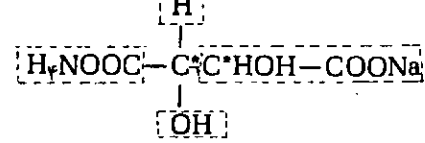
### زیر نویسها:

۱- اتم کربن نا متقارن

(asymmetric carbon atom)، اتم

کربنی است که با چهار گروه گوناگون

پیوند داشته باشد. نشانه آن C\* است.



۲- تارترات (tartrate)، نمک یا

استر اسید تارتريك است.

۳- ترکیب راسمیک (racemic

compound) مخلوطی با نسبت‌های مساوی

از ایزومرهای راست گردان و چپ گردان

است و برنور پلاریزه بی‌اثر است. راسمات

(racemate)، نمک یا استر حاصل از

مخلوطی مساوی از راست گردان و چپ

گردان يك اسید است.

شیمی فیزیکدان هلندی و لو بل (Le Bel)

شیمیدان فرانسوی هم‌زمان به‌طور جداگانه،

نظریه اتمی کربن نامتقارن را وضع و منتشر

کردند و بدینسان، کار پاستور کامل شد و

این دو شیمیدان درستی گفتار و فرضیه

پاستور را پذیرفتند و آن‌را در جهان شیمی

اعلام کردند. در ۱۸۸۵ سرم ضد هاری

را کشف کرد. پاستوریزه کردن را متداول

کرد. در ۱۸۸۸ مؤسسه‌ای برای پژوهشهای

پزشکی و درمان بیماریهای هاری در

پاریس تأسیس یافت که به احترام او،

انستیتو پاستور نامیده شد، وی مدیریت آن

را پذیرفت. در ۱۸۸۷ منشی دایمی

فرهنگستان علوم شد. در ۱۸۸۹ از همه

کارهای خود کناره‌گیری کرد تا هم خود

را صرف انستیتو پاستور کند. پاستور

اگرچه در اثر کار زیاد و مداوم، تندرستی

خود را از دست داده بود؛ اما از ادامه

کار و پژوهش دست نکشید و همچنان با

همکاری بهترین همکاران خود با میکروبا

به مبارزه خود ادامه داد، در سالهای آخر

زندگی، پاستور با عشق فراوان آزمایش-

هایی را که شاگردش امیل رو (Roux)

باکتری‌شناس فرانسوی برای مبارزه با

بیماری دیفتری انجام می‌داد، دنبال کرد.

پس از این تلاشها، در خود حس کرد که دیگر

توانایی کار کردن و اندیشیدن را ندارد

و بدنش نیز در اواخر عمر نیم فلج بود.

تا ۱۸۵۷ در لیل (Lille) شیمی درس داد.

در سالهای ۱۸۵۷ تا ۱۸۶۲ معاون

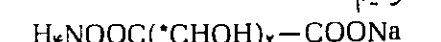
دانشسرای عالی بود.

پاستور به خواص اتم کربن نا

متقارن پی برد و نخستین بار متوجه شد

که نمکهای تارترات<sup>۲</sup> دو گانه سدیم و

آمونیم



به دو شکل قرینه هم هستند.

در ۱۸۵۸ از حل کردن راسمات

آمونیم (ammonium racemate)<sup>۳</sup>

در آب و افزایش کمی شیره مخمر به عنوان

خوراک و ماده نیتروژن دار، محیط تخمیری

آماده به وجود آورد و در آن به پژوهش

و بررسی پرداخت و در شیمی تخمیر،

سرآمد دیگران شد. در ۱۸۶۵، در پاریس

تحت عنوان پژوهشهایی در خصوص نا

متقارنی مواد آلی طبیعی سخنرانی کرد.

در سالهای ۱۸۶۷ تا ۱۸۸۹ استاد شیمی

در دانشگاه سوربون بود. برای نخستین بار

متوجه شد که انگیزه‌های بسیاری از

تخمیرهای شیمیایی، موجودات ذره‌بینی و

باکتریها هستند. در ۱۸۶۴ جایزه

فرهنگستان علوم فرانسه را گرفت با کشف

عامل مولد بیماری کرم ابریشم از نابودی

آن جلوگیری کرد و مسأله اسهال جوجه‌ها

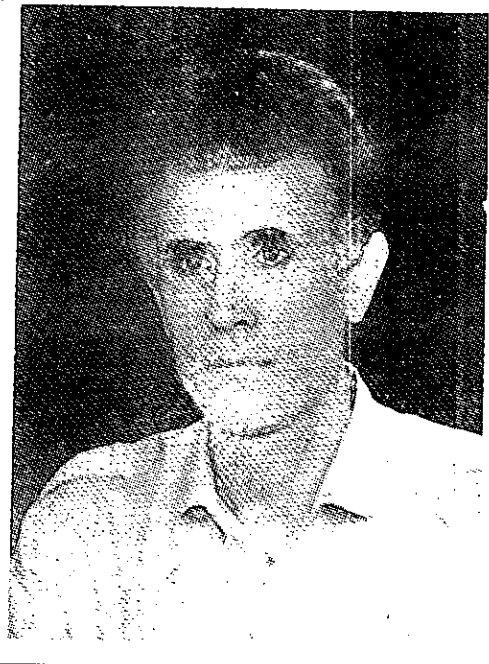
را حل کرد.

در ۱۸۷۴ وانتف (Van't Hoff)



# گفتگو

با برادر حسام امینی مدرس تربیت معلم و عضو هیئت تحریریه مجله رشد آموزش شیمی



نائل می‌شوند و در مقطع ابتدایی به تدریس خواهند پرداخت.

س - تربیت معلم، به ابتکار چه کسانی تأسیس شده و چگونه اداره می‌شود و شامل چه رشته‌هایی است؟

ج - تربیت معلم که قبلاً دانشسرای راهنمای تحصیلی خوانده می‌شد به سبک جدید به همت و ابتکار معلمان شهید رجایی و با هنر تأسیس گردید و فعلاً به صورت شبانه روزی اداره می‌شود و در ضمن تحصیل به دانشجویان مبلغی به عنوان کمک هزینه تحصیلی پرداخت می‌شود این مراکز شامل رشته‌های مختلف علوم تجربی، ریاضی، دینی، عربی، ورزشی و... می‌باشند. که در تهران و مراکز سایر استانها وجود دارند.

س - مراکز تربیت معلم تحت نظر وزارت آموزش و پرورش اداره می‌شود یا وزارت علوم؟

ج - مراکز تربیت معلم فعلاً تحت نظر وزارت آموزش و پرورش قرار دارد ولی فعالیت‌هایی در جریان است که این مراکز به دانشگاه تربیت معلم منضم شده تحت نظر وزارت علوم درآیند.

س - استقبال داوطلبان از مراکز تربیت معلم چگونه است؟

پاسخ به عهده اینجانب واگذار گردید که هنوز هم این همکاری ادامه دارد.

س - طریقه گزینش دانشجویان مراکز تربیت معلم چگونه است؟

ج - دانشجویان مراکز تربیت معلم از طرف اداره امتحانات و از طریق کنکور سراسری در سطح کشور از بین برادران و خواهران داوطلب انتخاب شده و سپس از طرف اداره گزینش، به تعداد مورد نیاز از میان قبول شدگان برگزیده می‌شوند.

س - دوره مراکز تربیت معلم چند سال بوده و فارغ التحصیلان در چه مقطعی به تحصیل خواهند پرداخت.

ج - دوره تربیت معلم که دانشجویان آن از بین داوطلبان دیپلمه انتخاب می‌شوند دو سال بوده و فارغ التحصیلان آن به اخذ مدرک فوق دیپلم نائل می‌شوند و پس از اتمام دوره تحصیل در مقاطع ابتدایی و راهنمایی (برحسب نوع انتخاب خود ضمن شرکت در امتحان ورودی) به تدریس خواهند پرداخت. دوره تربیت معلمی که دانشجویان آن از میان داوطلبانی که دوره راهنمایی را به پایان رسانده‌اند انتخاب می‌شوند چهار سال بوده و فارغ التحصیلان آن به اخذ مدرک دیپلم

در سال ۱۳۱۷ در بخش اشتهارد از توابع کرج متولد شدم. تحصیلات ابتدایی را در همین بخش و تحصیلات متوسطه را تا پنجم (نظام قدیم) در کرج و ششم متوسطه را در تهران به پایان رساندم. در سال ۱۳۳۸ در دانشکده علوم تهران در رشته شیمی به تحصیل پرداختم پس از اخذ مدرک لیسانس شیمی در سال ۱۳۴۲ به استخدام آموزش و پرورش در آمدم و در شهر اهر (مرکز شهرستان ارسباران) به تدریس پرداختم در سال ۱۳۴۴ به شهر گرمسار و در سال ۱۳۵۴ به تهران منتقل شدم. مدتی در دبیرستانهای نازی آباد و چندی در دبیرستان البرز به تدریس شیمی اشتغال ورزیدم، در سال ۱۳۵۹ که مصادف با تأسیس مراکز تربیت معلم بود به این سازمان منتقل شدم و در همان سال همکاری خود را با گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی کتب درسی آغاز کردم. و در تألیف دو جلد کتاب درسی مراکز علوم تجربی و همچنین کتب راهنمای تدریس آنها شرکت کردم و هم اکنون در مرکز تربیت معلم شهید مدنی تهران به تدریس اشتغال دارم و با شروع انتشار مجله رشد آموزش شیمی مسوولیت بخش پرسش و

همچنین در شهریورماه ۶۵ عنوان شده است. یا مثلاً مسئله مربوط به تعیین جرم مولکولی آلدهیدها در آذرماه ۶۴ و در خرداد ۶۵ با اعداد یکسان تکرار شده است: با توجه به دامنه وسیع شیمی چهارم نیازی به این نوع پرسشهای تکراری نیست.

در خاتمه فرصت را غنیمت دانسته به گروههای آموزشی که مسوولیت طرح پرسشهای امتحانات داخلی را به عهده دارند، توصیه می‌شود که از طرح پرسشهای خارج از متن کتاب خودداری کنند. مثلاً در کتاب سوم از فرمول رابول و استفاده از آن در تعیین نقطه ذوب مواد بحثی به میان نیامده است. درحالی که در بعضی از مناطق در این زمینه مسائلی برای امتحان طرح می‌شود. در برخی مناطق دیده شده است که حتی ۱۳ نمره برای مسائل در نظر گرفته‌اند که با توجه به تجربی بودن شیمی تکیه زیاد به مسائل درست نیست.

امتحانات نهایی چیست؟

ج - پرسشهای امتحانات نهایی در مجموع در سطح قابل قبول قرار دارد ولی به نظر من نکات زیر باید در تدوین آنها مورد توجه قرار گیرد.

نکته اول اینکه از طرح پرسشهایی که خارج از محتوای برنامه دبیرستانی است باید اجتناب شود. مثلاً شکل مولکول  $PCl_5$  که در پرسشهای خرداد ۱۳۶۵ عنوان شده نمونه قابل ذکر است. در کتاب سال چهارم از شکل مولکولهایی که هیبریداسیون اتم مرکزی آنها با شرکت اربیتالهای  $d$  صورت می‌گیرد بحثی به میان نیامده است (به جز شکل مربوط به  $IP_5$  که آنهم تقریباً بی‌مورد است) بنابراین کشاندن ذهن دانش‌آموزان به این مبحث که دامنه بسیار وسیعی دارد، از نظر آموزشی بسیار همراه کننده است. نکته دوم تکراری بودن بعضی از پرسشها است مثلاً هیبریداسیون ذرات  $CH_4$ ،  $CH_3$  و  $CH_2$  در خرداد ۶۴ و

ج - متأسفانه از مراکز تربیت معلم استقبال چندانی به عمل نمی‌آید و اکثر دانشجویان تحصیل در این مراکز را پس از اطمینان از عدم قبول در رشته‌های دانشگاهی برمی‌گزینند. و با آنکه دانشجویان، هنگام شروع تحصیل در مراکز تربیت معلم متعهد می‌شوند که در صورت انصراف از تحصیل، علاوه بر مخارج تحصیلی، مبلغ ۵۰ هزار تومان نیزپردازند، به کرات دیده شده است که تعدادی از آنان پس از قبول شدن در رشته دانشگاهی مورد علاقه خود از ادامه تحصیل در تربیت معلم منصرف شده‌اند.

س - محتوای کتب شیمی تربیت معلم چگونه است؟

ج - دوره دو ساله تربیت معلم شامل دو جلد کتاب است که در چهار ترم تدریس می‌شود. در این دو کتاب علاوه بر یادآوری محتوای عمده کتب دبیرستانی بسیاری از مطالب شیمی عمومی که در حد برنامه دانشگاهی است مورد بحث قرار می‌گیرند.

س - آیا کتب راهنمایی نیز تدریس می‌شوند؟

ج - کتب دوره راهنمایی در ساعت‌های مخصوصی مورد بررسی قرار می‌گیرند و روش تدریس آنها آموخته می‌شود و آزمایشهای مربوط به این کتابها نیز در آزمایشگاه توسط دانشجویان انجام می‌گیرد.

س - نظر شما در مورد محتوای کتب شیمی دبیرستانی چیست؟

ج - این کتابها از محتوای علمی خوبی برخوردارند. گرچه در ابتدای تألیف نارساییهایی داشته‌اند ولی با بررسی مداوم که از طرف گروه شیمی صورت می‌گیرد بسیاری از آنها رفع شده‌اند ولی به نظر من جنبه‌های کار بردی محتویات آنها در مقایسه با جنبه تئوری کمتر است. درحالیکه دانش‌آموزان ما در این کتابها با بسیاری از مکانیسم‌ها و انواع هیبریداسیونها آشنا می‌شوند مثلاً تفاوت آلیاژ برنج و برنز را نمی‌دانند.

س - نظر شما در مورد پرسشهای

## زنگ خطر!

با دریافت برخی پرسشنامه‌های امتحانی شیمی از سراسر کشور، متأسفانه با نمونه‌هایی برخورد شده است؛ که تأکید زیادی بر حل مسائل عددی در شیمی دارد. این روش مربوط به نظام آموزشی قدیم است، افزون بر این بازم نمرات گویای آن است که سهم زیادی از نمره به حل مسائل عددی نسامبرده اختصاص داده شده است و این برخلاف هدفهای آموزش شیمی و برنامه رسمی آن است. شایسته است که بیشتر وقت کلاس، به فعالیت‌های یادگیری، مقایسه خواص، توجیه علتها، مفهوم سازی تجزیه و تحلیل، پیشگویی و سایر هدفهای دلای آموزشی صرف شود.

کارشناسی شیمی

ادامه دارد

# مروری بر خواص

این مقاله در ارتباط با کتابهای شیمی سال اول و سوم

هر يك از ذرات تشكيل دهنده فاز پراکنده آفندر کسوچکند که حتی به وسیله قوی ترین میکروسکوپهای معمولی هم دیده نمی شوند. اندازه ذرات کلوییدی معمولاً بین  $50^{\circ}A$  الی  $20000^{\circ}A$  است. هر  $1^{\circ}A$  مساوی يك ده میلیونم ( $10^{-8}$ ) سانتیمتر است. حال آنکه، اندازه اتمها، مولکولها و یونها در حدود يك چند انگستروم بیش نیست. امروزه به کمک میکروسکوپهای الکترونی که می توان بزرگنمایی آنها  $200000$  یا بیش از آن است، می توان ذرات کلوییدی را مشاهده و از آنها عکس برداری کرد. این توان بزرگنمایی در برابر توان بزرگنمایی میکروسکوپهای معمولی که در حدود  $2000$  است بسیار قابل توجه و تحسین انگیز است.

هرگاه اندازه ذرات فاز پراکنده از حدود مقدار بیان شده در بالا ( $20000^{\circ}A$ ) به طور بارز بزرگتر باشد، در آن صورت آن ذرات و محیط پراکندگی با هم يك مخلوط معمولی را تشکیل می دهند. چنین مخلوطی آشکارا ناهمگن و غیر یکنواخت است. ذرات فاز پراکنده در آن با چشم یا میکروسکوپهای معمولی دیده می شوند. و از راه ته نشین یا لخته شدن به آسانی از محیط پراکندگی جدا می گردند. مثلاً وقتی مقداری شن و ماسه تمیز در اندازه معمولی در آب می ریزیم و خوب به هم می ریزیم، از آن مخلوط شن و ماسه و آب درست می شود. ذرات شن و ماسه در این مخلوط به خوبی دیده می شوند. اگر این مخلوط را در جایی به حال خود گذاریم، ذرات شن و ماسه در آن ته نشین می شوند و از آب جدا می گردند. هرگاه در مثال بالا، شن و ماسه را نخست خوب بساییم و بعد با آب مخلوط کنیم، قسمت قابل توجهی از شن و ماسه (سیلیس،  $SiO_2$ )، برای سالها به صورت معلق در آب می ماند. در این حالت در حدود  $20\%$  جرم مخلوط از ذرات  $SiO_2$  است که به صورت معلق می باشند. در اینجا جرم هریک از این ذرات در حدود صدها هزار برابر یا میلیونها برابر جرم مولکولهای معمولی است. با وجود این، جرم مذکور صدها هزار بار یا میلیونها بار از جرم يك دانه شن معمولی کوچکتر است.

به طور کلی، از مطالب گفته شده به دست می آید که سیستمهای کلوییدی نسبت به محلولهای حقیقی و مخلوطهای

در این مقاله برخی مطالب مقدماتی مربوط به سیستمهای کلوییدی<sup>۱</sup> و خواص آنها با شما خوانندگان گرامی مجله رشد آموزش شیمی در میان می گذاریم. موضوعات مورد بحث ما در این مقاله عبارتند از: معرفی عمومی سیستمهای کلوییدی، دسته بندی سیستمهای کلوییدی، بیان برخی روشهای تهیه سیستمهای کلوییدی، توضیح برخی خواص مهم سیستمهای کلوییدی و اهمیت آنها در زندگی و مسائل وابسته به آن.

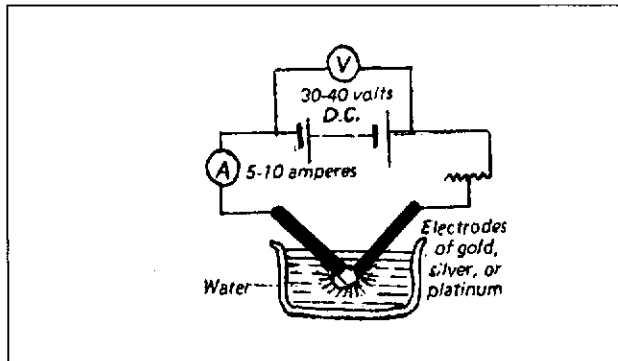
## ۱- معرفی سیستمهای کلوییدی

آشنایی با سیستمهای کلوییدی در جریان مطالعه مخلوطها و محلولهای حقیقی حاصل شده است. محلولهای حقیقی دارای برخی خواص ویژه اند که باعث تمایز آنهاست. هر محلول (محلول حقیقی) به صورت مخلوطی کاملاً همگن و یکنواخت است. مواد تشکیل دهنده آن، با گذشت زمان، از هم جدا نمی شوند. آن مواد در معیار یا اندازه مولکولی یا یونی و نظایر آن در هم پراکنده شده اند. برای مثال، در محلول شکر و آب، شکر به صورت مولکول - مولکول، در بین مولکولهای آب پراکنده می شود. محلول حاصل کاملاً همگن و یکنواخت است. با گذشت زمان، آب و شکر از راه ته نشین شدن یا لخته شدن و غیره از هم جدا نمی شوند.

کلوییدها از نظرهایی مانند محلولهایند و از نظرهایی، به کلی با آنها متفاوتند. يك سیستم کلوییدی، مانند يك محلول، از پراکنده شدن يك جسم شیمیایی یا بیشتر در يك جسم دیگر به دست می آید. برای مثال از مخلوط کردن پودر نشاسته با آب و گرم کردن آن مخلوطی حاصل می شود که کلویید نشاسته در آب نام دارد. این کلویید در مقایسه با يك محلول حقیقی، اولاً کاملاً همگن و یکنواخت نیست. ثانیاً نشاسته در معیار مولکولی در آب پراکنده نشده است و هر يك از ذرات بسیار ریز آن به اندازه هزاران و گاه صدها هزار مولکول معمولی است. این ذرات ریز نشاسته که در آب نامحلولند، به طور نامحدودی به صورت معلق باقی می ماندند و از راه لخته شدن یا رسوب کردن از آب جدا نمی شوند. همانطور که آشکار است، هر سیستم کلوییدی دست کم دارای دو فاز<sup>۲</sup> است؛ یکی فاز پراکنده<sup>۱</sup> و دیگر محیط پراکندگی<sup>۲</sup>. در مثال بالا، ذرات پراکنده و بسیار ریز نشاسته فاز پراکنده را می سازند و آب محیط پراکندگی را تشکیل می دهد. یادآور می شویم که هر محلول حقیقی مانند محلول شکر در آب یا محلول الکل در آب و مانند آنها به صورت يك سیستم يك فازی است و در آن جسم حل شدنی و حلال با هم فقط يك فاز را تشکیل می دهند. علت این مطلب آن است که در محلولهای حقیقی، مواد حل شدنی در معیار مولکولی در حلال پراکنده می شوند، حال آنکه در سیستمهای کلوییدی، هر يك از ذرات تشکیل دهنده فاز پراکنده از صدها هزار و گاه میلیونها اتم، مولکول، یون و غیره تشکیل شده است. با این همه در این سیستمها



بیندیم، بین دو سری که در زیر آب و نزدیک هم هستند، جرقه برقرار می‌شود. از این کار مقداری از فلز بخار می‌شود. بخار فلز شامل اتمهای فلز در حالت گاز است. بخار مذکور در زیر آب متراکم می‌شود و از هر چند هزار یا چند صد هزار اتم فلز، ذراتی به اندازه ذرات کلوییدی به وجود می‌آید که در محیط آب پراکنده می‌شوند و تشکیل یک سیستم کلوییدی را می‌دهند.



شکل ۱

یادآوری می‌شود که کلویید طلائی که در سال ۱۸۵۷ میلادی توسط فارادی<sup>۱</sup> تهیه شد و در موزه لندن نگهداری می‌شود، پس از گذشت ۱۳۰ سال از آن هنوز به همان صورت اولیه باقی مانده و زیبایی و دورنمای اولیه اش را داراست. پیش از گراهام، دانشمند دیگری به نام فرانسیسکو سلمی<sup>۲</sup> از کشور ایتالیا، در سالهای نزدیک به ۱۸۴۰ میلادی، به خواص برخی محلولهای غیر عادی پی برده بود که آنها نور را پراکنده می‌کنند. اگر مقدار کمی از یک نمک به آنها افزوده شود، رسوب تشکیل می‌دهند. سلمی آنها را محلول مانند خواند و همان است که امروزه آنها را کلویید می‌نامند.

#### ۲- دسته بندی سیستمهای کلوییدی

می‌توان کلوییدها را از دیدگاههای مختلفی دسته بندی کرد. یکی از آنها که بیشتر مرسوم و در عین حال ساده است، از طرف وولفانگ استوالد<sup>۱</sup> پیشنهاد شده است. این دسته بندی با در نظر گرفتن فاز پراکنده و محیط پراکنندگی به عمل آمده است. محیط پراکنندگی ممکن است گاز، مایع یا جامد باشد. فاز پراکنده نیز می‌تواند گاز مایع یا جامد باشد. به این ترتیب می‌توان نه حالت متفاوت، طبق جدول زیر، از آن نتیجه گرفت. البته در عمل بیش از هشت حالت موجود نیست. زیرا از حالتی که مربوط به گاز در گاز است نمی‌توان حالت کلوییدی به دست آورد. در واقع گازها به طور کامل و یکتا وخت و در

1- Colloidal Systems	1- Michael Faraday
1- dispersed phase	2- Francesco Selmi
2- dispersion medium	1- Wolfgang Ostwald
1- Thomag Graham	

# سیستمهای کلوییدی

دکتر حسین آقایی  
دانشیار دانشگاه تربیت معلّم

تهیه شده است

معمولی حالتی میانه دارند. در محلولهای حقیقی، جسم حل شدنی به صورت مولکول - مولکول یا یون - یون و نظیر آن در محیط حلال پراکنده می‌شود. در حالی که در مخلوطهای معمولی اندازه ذرات پراکنده طوری است که با چشم یا میکروسکوپهای معمولی دیده می‌شوند. اما در سیستمهای کلوییدی، اندازه ذرات تشکیل دهنده فاز پراکنده بارها و بارها از اندازه‌های مولکولی بزرگتر است و در عین حال بارها و بارها از اندازه ذرات معمولی که با چشم یا میکروسکوپ دیده می‌شوند کوچکترند. هرگاه اندازه‌های اتمی یا مولکولی را آنقدر بزرگ نماییم که به اندازه یک ارنز جلوه کند، در آن صورت، بزرگی هر ذره کلوییدی همانند بزرگی یک توپ جلوه خواهد کرد.

اصطلاح کلویید از ترکیب دو جزء یونانی Kolla و eidos به دست آمده است. کلمه Kolla به معنی چسب است و پسوند eidos معنای شبیه یا مانند را می‌دهد. این اصطلاح برای اولین بار در سال ۱۸۶۱ میلادی توسط توماس گراهام<sup>۱</sup>، محقق عالیقدر انگلیسی به کار رفت. او این اصطلاح را برای دسته بندی عده‌ای از اجسام که بی شکل یا ژلاتینی اند به کار برد. امروزه می‌دانیم، تشکیل حالت کلوییدی متعلق به دسته خاصی از اجسام نیست. هر جسم شیمیایی، در شرایط مناسب، ممکن است حالت کلوییدی دارا شود. برای این منظور، کافی است شرایطی ایجاد کنیم تا در سایه آن، از جسم مورد نظر ذراتی در اندازه‌های مناسب (در حدود اندازه ذرات کلوییدی) حاصل شود و در محیط پراکنندگی پراکنده گردد. برای مثال، اگر دو تیغه از یک فلز غیر فعال مانند طلا یا پلاتین یا نقره را انتخاب کرده و یک سر آنها را در داخل ظرف آبی نزدیک هم قرار دهیم و سر دیگرشان را به یک باتری ۳۰ الی ۴۰ ولتی

## دسته بندی سیستمهای کلوئیدی با در نظر گرفتن چگونگی فاز پراکنده و محیط پراکنده

فاز پراکنده	محیط پراکنده	علامت قراردادی	نام معمولی	نمونه های آشنا
جامد	گاز	s/g	اثرسول جامد	دود، گرد و غبار
جامد	مایع	s/l	سول	چسب نشاسته، رنگها، برخی جوهرها
جامد	جامد	s/s	سول جامد	برخی آلیاژها
مایع	گاز	l/g	اثرسول مایع	ابر، مه، اسپره
مایع	مایع	l/l	امولسیون	شیر، مایونز، کره
مایع	جامد	l/s	امولسیون جامد	زله، مروارید، شیشه شیری
گاز	مایع	g/l	کف	کف، تخم مرغ زده شده، کرم زده شده
گاز	جامد	g/s	-	خاکستر آتشفشانی، سنگ با

### جدول ۱

دوست و حلال گریز است. هر گاه در اینگونه سیستمها کلوئیدی، آب به عنوان محیط پراکنده گی به کار رود، آنها را به هیدرو-فیلیک<sup>۱</sup>، (آبدوست) و هیدروفوبیک<sup>۲</sup> (آب گریز) تقسیم می کنند. وقتی به اجسامی مانند نشاسته، ژلاتین، چسب و نظیر آنها آب داغ اضافه کنیم، ذرات جامد آنها مقدار زیادی آب را به خود می گیرند و سیستمهای کلوئیدی را به وجود می آورند. به نظر می رسد، ذرات اینگونه اجسام تمایل زیادی برای جذب مولکولهای آب دارند و از همین رو به آنها ذرات هیدروفیلیک می گویند. کلوئید این ذرات در آب دارای ویسکوزیته زیادی است و به آسانی به صورت ژله در می آیند. برای لخته کردن آنها بایستی از محلول بسیار غلیظ الکترو لیتها استفاده شود. هر گاه آنها را به صورت لخته در آورده و جدا کنند و مجدداً آب داغ به لخته آنها بیفزایند، باز به صورت کلوئید در می آیند. از همین نظر است که آنها را برگشت پذیر می گویند. صمغها، رزینها و لاکها نیز می توانند کلوئیدهایی با مشخصات یاد شده تشکیل دهند؛ اما فاز پراکنده گی در آنها حلالی غیر از آب است.

هر گاه فاز پراکنده، برای جذب مایع پراکنده کننده تمایل کمی داشته، یا اصولاً به آن تمایل نداشته باشد، سیستم کلوئیدی حاصل، یک لیوفوبیک خواهد بود. این نوع کلوئیدها اکثراً از ترکیبات و عناصر معدنی به دست می آیند. ذرات پراکنده در آنها، همگی بار مثبت یا منفی دارند. ویسکوزیته چنین کلوئیدهایی کم و اندکی بیش از مایع به کار رفته است. آنها هیچوقت ژله تشکیل نمی دهند. با افزودن کمی از الکترو لیتها به آنها، به آسانی لخته و جدا می شوند. اگر به لخته جدا شده آنها، مجدداً از حلال مورد نظر بیفزایند، دیگر به صورت کلوئیدی در نمی آیند و از همین نظر آنها را برگشت ناپذیر

معیار مولکولی در هم پراکنده می شوند و سیستم کاملاً همگن و یکنواختی را می دهند که در ردیف محلولهای حقیقی اند. در مطالعه شیمیایی سیستمهای کلوئیدی، غالباً همه آنها را با اصطلاح سول<sup>۱</sup> یاد می کنند. برای مثال اثرسولها<sup>۲</sup> لیوسولها<sup>۳</sup> هیدروسولها<sup>۴</sup> و... دسته هایی از آنهایند. اصطلاح اثرسول برای آنها یی به کار می رود که محیط پراکنده گی در آنها هوا یا یک گاز باشد. در این حالت فاز پراکنده ممکن است به حالت جامد یا مایع باشد. اصطلاح لیوسول وقتی به کار می رود که محیط پراکنده گی در سیستم کلوئیدی مورد نظر به حالت مایع باشد. پیدا است که فاز پراکنده ممکن است به حالت جامد، مایع یا گاز باشد. اصطلاح لیوسول از کلمه یونانی Iyein که معنای حل کردن، (to dissolve) دارد گرفته شده است.

از لیوسولها، آنها یی که فاز پراکنده شان در حالت جامد است، اهمیت بسیاری دارند. در این نوع سیستمهای کلوئیدی، ذرات بسیار ریز جسم جامدی در یک فاز مایع پراکنده شده است. همانطور که پیش از این هم گفتیم هر یک از ذرات جامد اجتماعی از هزاران یا میلیونها اتم، مولکول یا یون است. ابعاد هر یک از آنها از یک میلی میکرون ( $1 \text{ m } \mu$ ) تا  $200$  میلی میکرون ( $200 \text{ m } \mu$ ) متغیر می باشد. یک میکرون یک هزارم میلی متر است. پس یک میلی میکرون یک میلیونم ( $10^{-6}$ ) میلی متر یا یک ده میلیونم ( $10^{-7}$ ) سانتیمتر است.

$$1 \text{ m } \mu = 10^{-6} \text{ mm} = 10^{-7} \text{ cm} = 10^{-9} \text{ m}$$

سیستمهای کلوئیدی دسته اخیر خود به دو گروه دیگر تقسیم می شوند. یکی سیستمهای کلوئیدی لیوفیلیک<sup>۵</sup> و دیگری لیوفوبیک<sup>۶</sup>. معنای تقریبی این دو اصطلاح به ترتیب حلال -

غیره هستند. امراض مذکور از تکثیر و ازدیاد بسیار سریع چند مولکول و پروسی که در محیط مناسبی از بدن انسان قراز می گیرند، ناشی می شوند.

### ۳: معرفی راههایی چند برای تهیه کلوئیدها

اساس تهیه سیستمهای کلوئیدی در این است که ذراتی را در ابعاد ذرات کلوئیدی تهیه و سپس آنها را در سر تاسر جرم محیط پراکنده‌گی بخش کرد. تهیه ذرات در ابعاد کلوئیدی ممکن است بر دو نوع باشد. یکی روشهای پراکنده‌گی<sup>۱</sup> که در آنها ذرات بزرگتر به ذرات کوچکتر در اندازه ذرات کلوئیدی تقسیم می شوند؛ دیگری روشهای تراکمی<sup>۲</sup> که در آنها واحدهای کوچکتری نظیر مولکولها یا یونها رشد می دهند.

الف - در روشهای پراکنده‌گی، از آسیابهای و بوه‌ای به نام آسیابهای کلوئیدی استفاده می شود. این آسیابها اجسام جامد مورد نظر را در اندازه‌های کلوئیدی خرد می کنند. رنگدانه‌های رنگ با این ماشین‌ها تهیه می شوند.

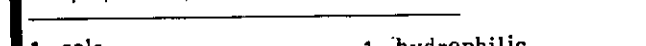
برخی از اجسام جامد، مانند ژلاتین، صمغ و نشاسته وقتی با آب مخلوط شوند، خود به خود حالت کلوئیدی پیدا می کنند. به این فرایند والختی<sup>۱</sup> گویند.

به کمک تعدادی از دستگاههای پودرساز می توان ذراتی در اندازه‌های ذرات کلوئیدی تهیه کرد. برای مثال از راه آب-گیری از شیری که به صورت اسپره در آمده است، شیرخشکی تهیه می شود که اندازه ذرات آن در حدود اندازه ذرات کلوئیدی است.

ب - در روشهای تراکمی، در سایه شرایطی را که فراهم می سازند، ذرات کوچکتر با هم تجمع حاصل می کنند و ذراتی در اندازه ذرات کلوئیدی به وجود می آورند. اگر رشد ذرات از اندازه لازم کمتر باشد، کلوئیدی تشکیل نمی شود. اما اگر رشد ذرات بیش از اندازه لازم صورت گیرد، باعث تشکیل رسوب می شود.

هریک از روشهای تراکمی معمولاً با یک واکنش شیمیایی همراه است. برای مثال، اگر محلول غلیظ کلرید آهن (III) را با آب داغ مخلوط کنیم، از آن کلوئید هیدروکسید آهن (III) به رنگ قهوه‌ای تیره حاصل می شود.

به همین ترتیب از واکنش میان  $H_2S$  و محلول اکسید ارسنیک (III)، کلوئید سولفید ارسنیک (III) به وجود می آید:



- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| 1- sols       | 1- hydrophilic          |
| 2- aerosols   | 2- hydrophobic          |
| 3- lyosols    | 1- emulsion             |
| 4- hydrosols  | 1- dispersion methods   |
| 5- hdophilic  | 2- condensation methods |
| 6- hydrobolic | 1- Peptization          |

می نامند. ذرات خرد و بسیار ریز و در حال تعلیق عده‌ای از فلزات، هیدروکسیدهای فلزی و سولفیدهای فلزی چنین رفتاری را دارند.

### امولسیونها

هر گاه دو مایع که در هم قابل حل نیستند روی هم بریزیم و خیلی شدید به هم بزنیم، تشکیل يك امولسیون<sup>۱</sup> می دهند. به هم زدن شدید باعث می شود که یکی از مایعات به صورت قطره‌های بسیار ریز و در ابعاد ذرات کلوئیدی در آید و در سر تا سر جرم مایع دیگر پراکنده شود. قطره‌های بسیار ریز مایع پراکنده شده مایلند به مرور به هم پیوندند و درشت تر شوند و آنگاه از مایع دیگر جدا گردند. برای جلوگیری از این کار و پایدار کردن امولسیون، مسوادی به عنوان عوامل پایدارکننده به آن می افزایند. این عوامل از راه کاستن کشش سطحی دو مایع مانع تشکیل قطره‌های بزرگ از قطره‌های بسیار ریز می شوند. گاهی اوقات، آنها به صورت لایه یا فیلم نازکی سطح قطره‌های کوچک را فرا می گیرند و مانع تشکیل قطره‌های بزرگ می شوند. برای مثال، افزایش مقدار کمی صابون می تواند باعث پایداری امولسیون نفت در آب شود.

همانطور که می دانید شیر امولسیون قطره‌های بسیار ریز چربی کره در آب است. عامل پایدارکننده آن کازئین می باشد. مایونز (mayonnaise) امولسیون روغن زیتون در سرکه است و زرده تخم مرغ پایدارکننده آن می باشد.

پاک کردن و از میان بردن ضایعات روغنی در اقیانوسها و دریاها بسیار مشکل است. زیرا روغن و آب با هم امولسیون می دهند و جدا ساختن آنها از هم آسان نیست.

### کلوئید ترکیبات ماکرومولکول

برخی از مواد شیمیایی از مولکولهای بسیار بزرگ یا غول پیکر ساخته شده اند. اندازه هر یک از مولکولهای آنها در حدود ذرات کلوئیدی است. مولکولهای تشکیل دهنده و پروتئینها، پلیمرهای سنتزی از این گونه اند. هر گاه این دسته از مواد و ترکیبات شیمیایی را در حلالهای مناسب حل کنند، محلولهای حاصل از آنها دارای خواص و رفتار سیستمهای کلوئیدی خواهند بود، هر چند که ماده حل شدنی در آنها در معیار مولکولی در حلال پراکنده شده باشند. دلیل این امر همانا بزرگی و غول پیکری مولکولهای جسم حل شدنی است. اندازه هر یک از این نوع مولکولها در حدود اندازه هزاران یا میلیونها مولکول معمولی است. جرم مولکولی در ویروسها از چند صد هزار تا چند بیلیون است. جرم مولکولی پروتئینها و پلیمرهای سنتزی در گستره چند هزار تا چند بیلیون متغیر است.

مولکولهای ویروسی قدرت فوق العاده‌ای در تکثیر و تولید مولکولهای شبیه خود دارند. آنها عامل اصلی امراضی مانند سرماخوردگی معمولی، فلج اطفال، سرخک، سرخچه و

توسط ذرات کلوئیدی، به هیچ وجه نمی توانیم آنها را ببینیم، بلکه از این راه فقط از وجود آن ذرات باخبر می شویم. ذرات مذکور نوری را که بر آنها می تابد بازتاب می کنند و به چشم نظاره گر خود می رسانند.

#### ب: ذرات کلوئیدی دارای حرکت برونی اند

هرگاه يك دسته شعاع نوری قوی از يك کلوئید که در جای تاریکی قرار دارد، بگذرد و در آن حال کلوئید به كمك يك میکروسکوپ بسیار قوی در راستای عمود بر امتداد نور و در سمت تاریکی مورد معاینه واقع شود، اثر تیندال در آن بسیار نمایان تر دیده می شود. چنین ترتیبی از میکروسکوپ و نور، فرامیکروسکوپ نام دارد.

ذرات کلوئیدی به كمك فرامیکروسکوپ به صورت فلشهای ریز و درخشانی دیده می شوند که در حال جنب و جوش دائمی بوده و حرکتهای نامنظمی دارا می باشند و مسیرهای نا منظم و شکسته ای را می پیمایند. (شکل - ۳). به این حرکت، به افتخار روبرت برون<sup>۲</sup> که در سال ۱۸۲۸ اول بار به آن پی برد، حرکت برونی می گویند. برون در آن سالها نتوانست حرکت مذکور را توضیح دهد.

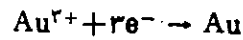


شکل ۳، نموداری از مسیرهای حرکت برونی

اما این پدیده امروزه به آسانی قابل توضیح است. در واقع ذرات کلوئیدی (فاز پراکنده) که هر کدام جرم بسیار کمی دارند، پیوسته از طرف مولکولهای محیط پراکندگی بمباران می شوند و در نتیجه آن به طور دائم، این طرف و آن طرف پرت می شوند و مسیرهای نامنظمی را مطابق شکل می پیمایند.

در مورد ذرات بزرگ و در حال تعلیق، نیروی بمباران حاصل از برخورد مولکولهای محیط پراکندگی با آنها، در آن حد نیست که باعث جا به جا شدن آن ذرات شود. در مقابل برای ذراتی در اندازه ذرات کلوئیدی، نیروی بمباران برای به حرکت در آوردن آنها، در مقایسه با جرم آن ذرات، کاملاً بسته است. البته احتمال اینکه بر ایند نیروهای برخوردی مختلفی که مولکولهای فاز پراکندگی در هر لحظه با يك ذره کلوئیدی در جهات مختلف به عمل می آورند، برابر صفر شود، بسیار اندک است. از همین رو این ذرات، حرکت دائمی خود را حفظ خواهند کرد. این پدیده یکی از دلایل اولیه ای است

از احیای کلرید طلا (IH) در محلول بسیار رقیق آن، به توسط احیا کننده هایی مانند فرمالدئید یا کلرید قلع (II) و یا سولفات آهن (II)، طلای کلوئیدی حاصل می شود.



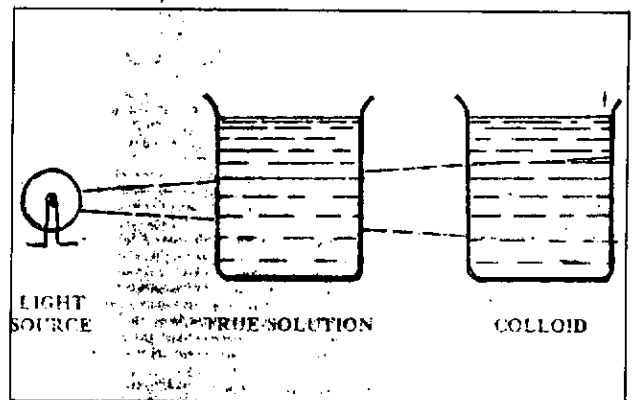
فلزات کلوئیدی را غالباً از متراکم ساختن بخارات آنها که از طریق ایجاد جرقه الکتریکی در میان دو تیفه از آنها حاصل می شود، تهیه می کنند.

#### ۴- برخی خواص مهم سیستمهای کلوئیدی

همانطور که پیش از این اشاره کردیم، هر سیستم کلوئیدی از فاز پراکنده (ذرات کلوئیدی) و محیط پراکندگی تشکیل شده است. محیط پراکندگی فاز پیوسته است، در حالی که فاز پراکنده که منظور همان ذرات کلوئیدی است که در محیط پراکندگی پراکنده شده اند، ناپیوسته می باشند. خواص يك يك سیستم کلوئیدی هم به فاز پراکنده و هم به محیط پراکندگی آن بستگی دارد. برخی از این خواص که مهمترند به شرح زیر است:

#### الف - پراکندن نور

همه کلوئیدها (سیستمهای کلوئیدی) نور را پراکنده می کنند. برای نشان دادن این خاصیت، يك دسته شعاعهای نوری قوی را، مطابق شکل از يك کلوئید می گذرانند. ذرات کلوئیدی ملق شعاعهای نوری را به چشم بازتاب می کنند و از این راه مسیر نور در کلوئید را آشکار می سازند. این خاصیت در مورد محلولهای حقیقی در کار نیست. در این محلولها، مولکولهای جسم حل شدنی برای بازتاباندن نور بیش از اندازه کوچکند.



شکل ۲، ذرات کلوئیدی دارای جتان اندازه ای هستند که می توانند نور را بازتاب کنند.

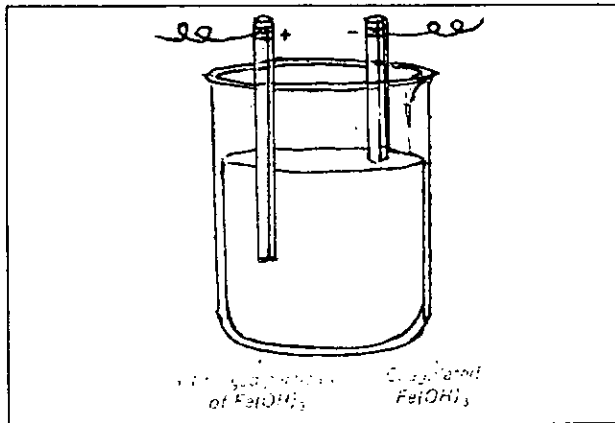
پدیده پراکنده شدن نور در کلوئیدها به نام اثر تیندال<sup>۱</sup> مشهور است، تیندال محقق انگلیسی است که اول بار پدیده پراکنده شدن نور در سیستمهایی مانند سبزه توضیح داده است. لازم است تأکید شود که از راه پراکنده شدن نور به



### ه: خواص الکتریکی ذرات کلوئیدی

یکی از مهمترین خواص ذرات پراکنده کلوئیدی، آن است که اغلب آن ذرات دارای بار الکتریکی اند. وقتی کلوئید هیدروکسید آهن (III) را در يك سلول الکترولیتی (دستگاه الکترولیز) قرار می دهند، ذرات پراکنده به طرف قطب منفی حرکت می کنند و به تدریج در اطراف آن رسوب می نمایند، (شکل ۵). در این میان در اطراف قطب مثبت تغییری مشاهده نمی شود. از این آزمایش به دست می آید که ذرات هیدروکسید آهن (III) در حالت کلوئیدی، همگی دارای بار الکتریکی مثبت اند و از همین رو است که آنها به طرف قطب منفی حرکت می کنند و در آنجا با از دست دادن بار الکتریکی خود، با هم تجمع حاصل کرده و به صورت لخته در می آیند. همه ذرات تشکیل دهنده فاز پراکنده يك کلوئید يك نوع بار الکتریکی دارند. این امر باعث پایداری سیستم کلوئیدی می شود. زیرا ذرات کلوئیدی با بار الکتریکی یکسان مرتباً يك دیگر را دفع می کنند و این کار مانع تجمع ذرات کلوئیدی و لخته شدن آنها می شود. اکثر هیدروکسیدهای فلزی با مثبت به دست می آورند؛ اما بیشتر سولفیدهای فلزی و همچنین خود فلزات، ذرات کلوئیدی دارای بار الکتریکی منفی را تشکیل می دهند.

ذرات کلوئیدی بار الکتریکی خود را از راه جذب یونهای موجود در محیط پراکنده به دست می آورند. در برخی از آنها، ذرات مذکور فقط یونهای مثبت را جذب می کنند و در نتیجه دارای بار الکتریکی مثبت می شوند. در حالی که در برخی دیگر، ذرات یاد شده منحصراً یونهای منفی را در سطح خود جذب کنند و از آنجا در مجموع بار منفی دارا می شوند.



شکل ۵. هیدروکسید آهن (III) کلوئیدی در قطب منفی لخته می شود، بنا بر این ذرات هیدروکسید آهن (III) به حالت کلوئید، از راه جذب انتخابی یونهای مثبت موجود در محیط بار الکتریکی مثبت را دارا می شوند. و یا ذرات سولفیدارسنیک (III) نخست یونهای  $S^{2-}$  حاصل از تفکیک یونی  $H_2S$  را بر سطح خود جذب می کنند و سپس یونهای  $H^+$  در اطراف

که اعتبار نظریه جنبشی مولکولی ماده را تصدیق می نماید.

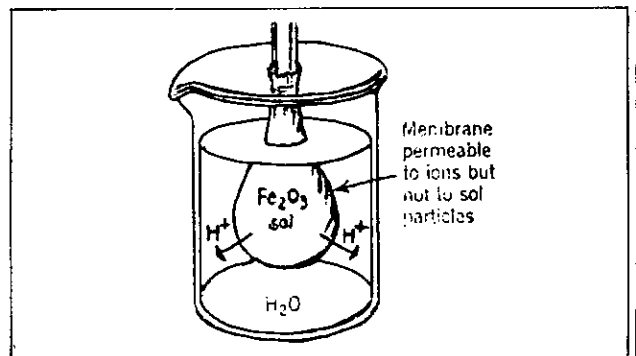
### ج: کلوئیدها فاقد پایداری لازم اند

محلولهای حقیقی پایداری دارند و ایجاد برخی تغییرات در آنها سبب رسوب کردن یا لخته شدن جسم حل شدنی در آنها نمی شود. در مقابل، سیستمهای کلوئیدی از این نقطه نظر نا پایداری و اعمال برخی تغییرات در آنها باعث تشکیل لخته یا رسوب در آنها می گردد، و از این راه فاز پراکنده و محیط پراکنده از هم جدا می شوند. برای مثال اگر مقدار کمی از يك الکترولیت را به کلوئیدی از يك فلز در آب بیفزاییم، ذرات بسیار ریز فلز در آن، به سرعت با هم تجمع حاصل می کنند و ذرات بزرگتر را به وجود می آورند و از آنجا به شکل رسوب ته نشین می شوند.

برخی تغییرات دیگر که باعث جدا شدن فاز پراکنده و فاز پراکنده از یکدیگر می شود، عبارتند از گرم کردن، انجماد و سانتریفوژ نمودن.

### د: فرایند دیالیز در کلوئیدها

مخلوطهای کلوئیدی می توانند در دیالیز شرکت کنند. یعنی به کمک عملیات مناسبی ممکن است، آنها را از ناخالصی های که به صورت محلول به همراه خود دارند، جدا کرد. این ناخالصیها که بیشتر الکترولیتها هستند، پایداری سیستمهای کلوئیدی را کاهش می دهند و گاه لازم است آنها را از راه دیالیز خارج ساخت. برای این کار کلوئید مورد نظر را در کیسه دیالیز می ریزند و آنرا در آب خالص آویزان می کنند. کیسه از يك غشاء نیمه تراوا تهیه می شود. اندازه منفذهای غشاء طوری است که یونها از آنها به آسانی عبور می کنند. اما ذرات کلوئیدی به دلیل حجیم تر بودن از آن منفذها عبور نمی کنند. بدین ترتیب الکترولیت همراه مخلوط کلوئیدی به تدریج وارد آب داخل بشری می شود (شکل ۴) با عوض کردن آب بشر می توان قسمت اعظم ناخالصیها را که به حالت محلول همراه مخلوط کلوئیدی اند، از آن خارج کرد.



شکل ۴. ذرات کلوئیدی از غشاء دیالیز کننده عبور نمی کنند.

از موادی مانند سلوفان، کلودین، مثانه حیوانات و پارشمن برای تهیه غشاهای نیمه تراوا استفاده می شود.

1- Tyndall effect

3- Robert Brown

2- Ultramicroscope

های کلویدی و خواص آنها بستگی نزدیکی دارد. از طرف دیگر، تقریباً اغلب مواد غذایی لیپیدی، پروتئینی و ویدراتهای کربنی و مشتقات آنها، خودمادی کلویدی هستند. بیشتر اجزای سازنده ارگانیکهای زنده، مانند آنزیمها، خون، نسوج ماهیچه‌ای، استخوان، پوست و مو و غیره با مواد کلویدی همراه‌اند. در واقع، در مطالعات بیوشیمیایی عمدتاً با سیستمهای کلویدی سروکار خواهد بود.

شیر به صورت کلوئید ذرات چربی در آب است، مارگارین امولسیون آب با مواد دیگر است. مایونز امولسیون روغنهای گیاهی با سرکه و زرده تخم مرغ است.

در بین مواد دارویی، بیشتر شربت‌ها، پمادها و غیره حالت کلویدی را دارند. لوسیونها، کرما، مرهمها و نظیر آنها نیز امولسیونهایی هستند که در آنها آب و روغنهای مناسب در هم پراکنده شده‌اند.

تصفیه آب نیز با خواص سیستمهای کلویدی در ارتباط است. یکی از عملیات مهم در تصفیه آب آن است که ذرات بسیار ریز گل و لای و ناخالصیهای دیگر که به صورت معلق در آب موجودند، از راه لخته کردن از آب جدا سازند.

بیشتر رنگهای موجود نیز شامل کلوئید رنگدانه‌ها در محیطهای پراکنده‌گی مناسب‌اند. مرغوبیت اغلب رنگها به به چگونگی ابعاد ذرات ریز رنگدانه‌ها وابسته است.

در نساجی و رنگ کردن پارچه‌ها، در صنعت چرمسازی و تهیه پوست، در صنعت لاستیک سازی و در کاغذ سازی نیز با سیستمهای کلویدی و خواص آنها، سروکار بسیار است.

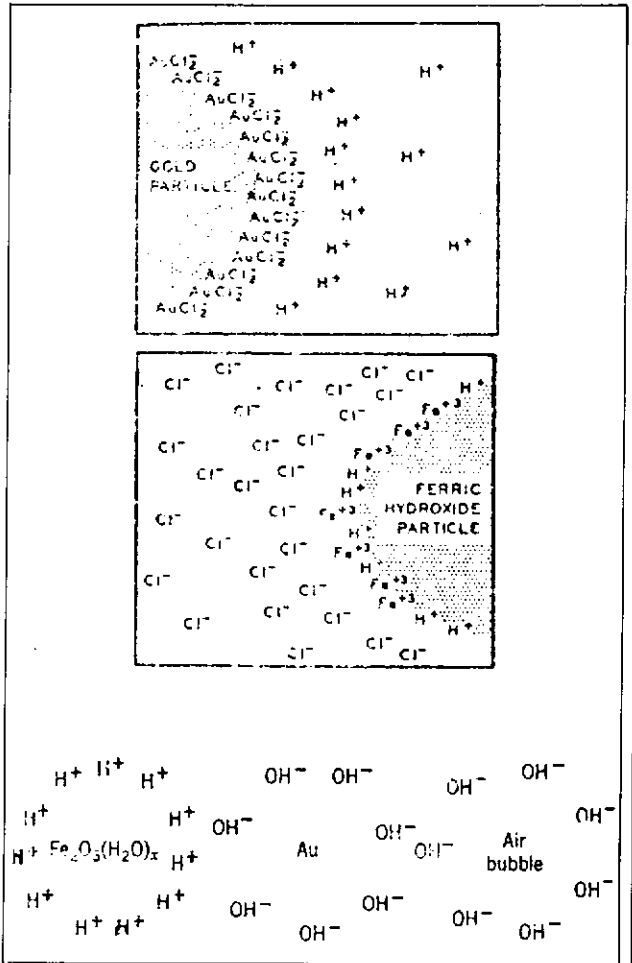
مواد در حالت کلویدی، در تهیه سرامیک و لعاب کاری و همچنین در تهیه مصالح ساختمانی نیز شرکت دارند.

تهیه اترسولها و گاه از میان بردن آنها نیز جالب توجه‌اند. امروزه تهیه بسته‌بندیهای گوناگونی که فشار داخلی آنها خود به خود تنظیم می‌شود و از آنها برای تهیه اترسولهایی جهت کشتن حشرات، نقاشی و رنگ آمیزی، واکسها و اسپره‌های مو استفاده می‌شود، نیز اهمیت زیادی دارند و کارخانجات زیادی برای تهیه و تولید آنها تأسیس شده است.

در تأمین بهداشت محیط، مسئله مضمحل کردن اترسول-های به صورت گرد و غبار و انواع دودها اهمیت زیادی دارد. گاه ممکن است بتوان از ذراتی که در نتیجه به هم زدن اینگونه اترسولها به دست می‌آید، برای مصارف دیگر استفاده نمود. در شکل ۶ طرح دستگاهی برای مضمحل کردن برخی از اترسولها را مشاهده می‌کنید.

شیمی کلوئیدها در کشاورزی نیز اهمیت بسیار دارد. خاک خود یک سیستم کلویدی بسیار پیچیده است. مسئله نفوذ آب در خاک به طبیعت ذرات خاک و اندازه‌های آن بستگی دارد. این موضوع در میزان محصولات به دست آمده از یک زمین کشاورزی تأثیر می‌گذارد. هر اندازه میزان پراکنده‌گی ذرات شن و ماسه پایین‌تر باشد، نفوذ آب از آنها بهتر است.

آنها و در فاصله مناسب حلقه می‌زنند. در شکل ۶ چگونگی جذب شدن یونهای مثبت یا منفی بر روی سطح چند نوع ذرات کلویدی نشان داده شده است.



شکل ۶: بار الکتریکی واقع بر ذرات کلویدی

مطالعه مهاجرت ذرات کلویدی در یک میدان الکتریکی که به آن الکتروفورسیس می‌گویند، دارای کمال اهمیت است. از این راه می‌توان بسیاری از سیستمهای کلویدی را مورد تحقیق و بررسی قرار داد.

## ۵- اهمیت کلوئیدها از جنبه‌های کاربردی

سیستمهای کلویدی و فرآیند تشکیل آنها از جنبه‌های گوناگونی دارای اهمیتند، مهمترین آنها عبارتند از: از نظر اقتصاد ملی، تقریباً تمامی صنایع و کارخانجات کم و بیش با سیستمهای کلویدی و فرآیند آن رو به رویند. مثلاً مهندسان فلز کار برای تهیه آلیاژهای بسیار مرغوب با یستی برخی مواد دیگر را در نسبتهای کاملاً مشخصی به آلیاژهای خود بیفزایند. مواد افزوده شده بسایستی آنچنان یکنواخت و هم‌آهنگ در سرتا سر جرم آلیاژهای مورد نظر پراکنده شوند که بهترین مرغوبیت را در آنها پدیدار کنند. این امر و خود موضوع تهیه هر نوع آلیاژ ویژه یا معمولی با موضوع سیستم-

# سینتیک شیمیایی و تعادل شیمیایی

قسمت پنجم

## «واکنشهای شیمیایی تعادلی»

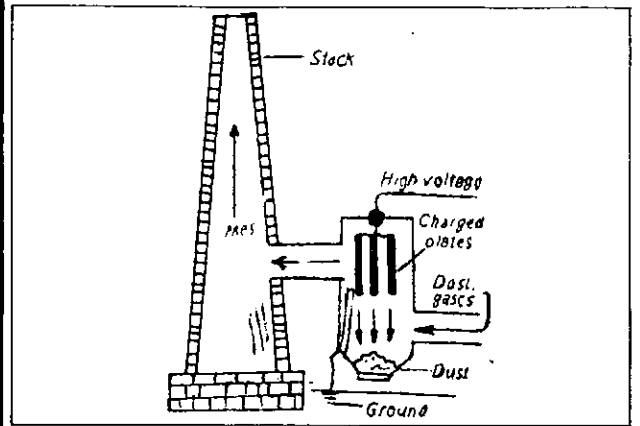
دکتر حسین آقایی

دانشیار دانشگاه تربیت معلم

این مقاله در ارتباط با کتابهای شیمی  
سالهای دوم و چهارم تهیه شده است.

۴- عوامل مؤثر درجا به جا شدن تعادل و عوامل  
مؤثر در ثابت تعادل

عواملی مانند تغییر غلظت، تغییر فشار و تغییر دما می توانند درجا به جا کردن تعادلهای شیمیایی مؤثر باشند. تغییر دما ثابت تعادل را هم تغییر می دهد، درحالی که تغییر غلظت و تغییر فشار تقریباً ثابت تعادل را تغییر نمی دهند. ابتدا اثر تغییر غلظت درجا به جا شدن تعادل را بررسی می کنیم. برای این



شکل ۴: رسوب گیر کاترل

در مقابل، خاکهای رسی که میزان پراکندگی در آنها بسیار بالاست، نم و رطوبت را خیلی خوب با خود نگه میدارند. تشکیل دلتاها در مصب رودخانه‌ها نیز با شیمی کلوئیدها سر و کار دارد. ذرات بسیار ریز خاکی موجود در آب رودخانه‌ها در بین راه به صورت ذرات کلوئیدی درمی آیند و معلق می ماندند. در موقع ورود آب رودخانه به دریا، این ذرات کلوئیدی نخست لخته می شوند و سپس ته نشین شده و دلتاها را تشکیل می دهند، در تشکیل این دلتاها، الکترولیت‌های محلول در آب دریاها نقش اساسی دارند.

شیمی کلوئیدها در مطالعات گیاه‌شناسی نیز از زنده است. علاوه بر آن که ابر و مه خود دارای حالت کلوئیدی اند، مواد بین ستارگان نیز به طور عمده از گازها و گرد و غبار پراکنده در آنها تشکیل شده اند. ستارگان دنباله دار و سحابیها نیز شامل توده‌های بسیار عظیم سیستمهای کلوئیدی اند. درخشانی ستارگان دنباله دار زائیده پراکنده شدن نور خورشید از طرف ذرات بسیار ریز کلوئیدی تشکیل دهنده آنها است.

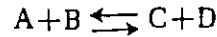
آنطور که تخمین می زنند، چگونگی تشکیل سیستم خورشیدی نیز با پدیده کلوئیدی سروکار داشته است. برخی از دانشمندان گیاه‌شناس معتقدند که سیستم خورشیدی از توده‌هایی به صورت گاز و گرد و غبار به وجود آمده است. برخی دیگر معتقدند که سیاره‌های خورشید از گاز و گرد و غبار به وجود آمده اند و سپس تحت جاذبه خورشید قرار گرفته اند.

1- electrophoresis

مراجع

- 1- Colloid Chemistry' by, S. VOYUTSKY, 1978
- 2- Collge Chemistry, by, NEBERGALL, 1972
- 3- General Chemistry, by, WENDELL H, SLABAUGH, 1971
- 4- Physical Chemistry, dy, WALTER J. MOORE, 1984

کار فرض می‌کنیم که واکنش



در محلول یا در محیط گازی در حال تعادل باشد. چون واکنش در حال تعادل است برای آن داریم،

سرعت واکنش معکوس = سرعت واکنش مستقیم

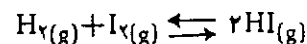
$$k_f [A][B] = k_r [C][D]$$

اکنون اگر یکی از غلظت‌های مواد شرکت‌کننده در واکنش مثلاً غلظت دهنده A را در تعادل افزایش دهیم، تساوی بالا به واسطه آن از بین می‌رود. به محض افزایش یافتن غلظت A، سرعت واکنش مستقیم از سرعت واکنش معکوس بزرگتر می‌شود و تعادل در نتیجه آن از میان می‌رود. با بزرگتر شدن سرعت واکنش مستقیم از سرعت واکنش معکوس، مقدار دیگری از مواد اولیه موجود در محیط واکنش به مواد حاصل تبدیل می‌شوند.

تبدیل مقدار بیشتری از مواد اولیه به مواد حاصل تا آنجا ادامه می‌یابد که سرعت واکنش مستقیم از سرعت واکنش معکوس بزرگتر باشد. وقتی غلظت‌ها به حدی رسند که درازای آنها، سرعت واکنش‌های مستقیم و معکوس مجدداً باهم مساوی شوند، تعادل جدیدی در واکنش حاکم می‌شود. می‌توان تأثیر تغییر غلظت هر یک از مواد دیگر درجا به جایی تعادل را به صورت بالا مورد مطالعه قرار داد.

در تعادل‌هایی که مواد شرکت‌کننده در آنها به حالت گازند، تغییر فشار جزئی هر گاز به منزله تغییر در غلظت آن گاز است. اگر فشار جزئی گازی را زیاد کنیم، یعنی غلظت آن را زیاد کرده‌ایم.

تغییر فشار کل گاه ممکن است تعادل را جا به جا کند. اگر در تعادلی هیچ ماده گازی شکلی شرکت نداشته باشد، تغییر فشار کل خارجی تقریباً درجا به جا کردن تعادل اثری ندارد. در تعادل‌هایی که در آنها موادی به حالت گاز شرکت دارند، تغییر فشار کل در صورتی قادر به جا به جا کردن تعادل است که واکنش شیمیایی مورد نظر با افزایش یا کاهش غلظت مولکول‌های گاز موجود در محیط واکنش همراه باشد. برای مثال، تغییر فشار کل اثری درجا به جا کردن تعادل



ندارد. در واکنش مذکور، با از میان رفتن دو مولکول  $H_2$  و  $I_2$  دو مولکول HI تولید می‌شود و در نتیجه آن، تعداد مولکول‌های گاز موجود در محیط واکنش بدون تغییر می‌ماند.

اکنون فرض می‌کنیم که غلظت‌های  $H_2$ ،  $I_2$  و HI در تعادل بالا و در یک فشار کل معین به ترتیب مساوی  $a$ ،  $b$  و  $c$

باشد. با توجه به آن می‌توان نوشت،

$$k_f a \cdot b = k_r c^2$$

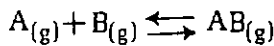
حال اگر فشار کل در تعادل بالاتر رود، غلظت‌ها نیز تغییر می‌کنند. اگر فشار کل دو برابر شود، هر یک از غلظت‌ها نیز دو برابر می‌شود. در فشار جدید، سرعت واکنش‌های مستقیم و معکوس برابرند با،

$$k_f (2a)(2b) = 4k_f a \cdot b = \text{سرعت واکنش مستقیم}$$

$$k_r (2c)^2 = 4k_r c^2 = \text{سرعت واکنش معکوس}$$

به طوری که دیده می‌شود، هر چند که هر یک از سرعت‌ها چهار برابر شده‌اند، اما با هم باهم مساوی‌اند. پس تعادل قبل همچنان برقرار است و تغییر فشار کل درجا به جایی آن بی‌تأثیر است.

هر گاه انجام واکنش باعث تغییر تعداد مولکول‌های گاز موجود در محیط واکنش شود، تغییر فشار کل درجا به جایی تعادل مؤثر خواهد بود. با افزایش فشار کل، تعادل در جهتی جا به جا می‌شود که با کم شدن تعداد کل مولکول‌های گاز همراه باشد. برای توضیح این مطلب واکنش در حال تعادل



را در نظر می‌گیریم. در آن هر یک از مواد A، B و AB دارای یک فشار جزئی هستند. مجموع این فشارهای جزئی فشار کل را تشکیل می‌دهد. در موقع تعادل، سرعت‌های مستقیم و معکوس باهم مساوی‌ند. یعنی داریم:

$$k_f [A][B] = k_r [AB]$$

غلظت اجسام A، B و AB در تعادل بالا را به ترتیب با  $a$ ،  $b$  و  $c$  نشان می‌دهیم. با توجه به آن، تساوی بالا به صورت زیر درمی‌آید:

$$k_f \cdot a \cdot b = k_r \cdot c$$

حال در دمای ثابت، فشار کل را دو برابر می‌کنیم. مثلاً حجم مواد در حال تعادل بالا را در دمای ثابت به نصف می‌رسانیم. با این کار غلظت هر یک از مواد دو برابر می‌شود. سرعت واکنش مستقیم در فشار جدید (غلظت‌های جدید) عبارت است از،

$$k_f (2a)(2b) = 4k_f \cdot a \cdot b = \text{سرعت واکنش مستقیم}$$

سرعت واکنش معکوس در این حالت برابر است با،

$$k_r (2c) = 2k_r \cdot c = \text{سرعت واکنش معکوس}$$

با توجه به تساوی  $k_f \cdot a \cdot b = k_r \cdot c$  که برای تعادل قبلی داشتیم، به آسانی نتیجه می‌شود که سرعت واکنش‌های مستقیم و معکوس در فشار کل جدید باهم مساوی نیستند. بلکه در فشار جدید، سرعت واکنش مستقیم از معکوس بزرگتر است. این امر باعث می‌شود که مقدار دیگری از مواد اولیه باقی‌مانده به محصول



مجله رشد آموزش شیمی را مطالعه کنید).

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$k_1$  و  $k_2$  به ترتیب ثابت سرعت واکنش را در دماهای  $T_1$  و  $T_2$  را می‌رسانند. همانطور که از رابطه بالا پیداست، میزان تغییر ثابت سرعت يك واکنش با دما ارتباط نزدیکی با انرژی فعالسازی آن دارد. هر اندازه انرژی فعالسازی واکنش بزرگتر باشد، تغییر ثابت سرعت آن با دما آشکارتر است. برای مثال، وقتی انرژی فعالسازی واکنش در حدود ۱۰ کیلوکالری بر مول است، افزایش دما از  $25^\circ\text{C}$  به  $35^\circ\text{C}$  باعث می‌شود که ثابت سرعت واکنش تقریباً دو برابر شود. اما اگر انرژی فعالسازی واکنش در حدود ۲۰ کیلوکالری بر مول باشد، همان افزایش دما، تقریباً باعث سه برابر شدن ثابت سرعت می‌شود.

با در نظر گرفتن نمودارهای ترسیم شده در شکل‌های ۲ و ۱، چون انرژی فعالسازی واکنشهای مستقیم و معکوس با هم مساوی نیستند، پس تغییر دما، ثابت سرعت‌های آنها را به يك اندازه تغییر نمی‌دهد و از آنجا ثابت تعادل،  $K_c$ ،  $(K_c = k_f/k_r)$  با دما تغییر خواهد کرد. تغییر  $K_c$ ، به منزله تغییر غلظت اجسام شرکت کننده در تعادل است که آن خود ناشی از جا به جا شدن تعادل با دما می‌باشد.

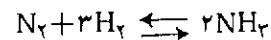
همانطور که گفتیم، تغییر ثابت سرعت واکنش با دما، در موقعی که انرژی فعالسازی واکنش بزرگتر است، آشکارتر است. حال اگر واکنشی گرماگیر باشد (واکنش مستقیم گرماگیر باشد)، انرژی فعالسازی واکنش مستقیم در آن از انرژی فعالسازی واکنش معکوس بزرگتر است. (شکل ۲ را از نظر بگذرانید). از این رو، افزایش دما در آن باعث خواهد شد که ثابت سرعت واکنش مستقیم به نسبت بیشتری تا ثابت سرعت واکنش معکوس با دما افزایش یابد. همانطور که پیداست نتیجه کلی این کار همان افزایش ثابت تعادل در نتیجه افزایش دما است.

در واکنشهای گرماساز (واکنش مستقیم گرماساز)، افزایش دما با نتیجه‌ای عکس نتیجه بالا همراه است. اثر دما، فشار و غلظت در جا به جایی تعادل‌های شیمیایی، به کمک اصل لوشاتولیه نیز قابل بیان است. این اصل حاصل جمع‌بندی نتایج تجربی زیادی است که در سال ۱۸۸۴ از طرف لوشاتولیه محقق و دانشمند عالی‌قدر فرانسوی صورت گرفته است. بیان ساده اصل مذکور به شرح زیر است.

در ایجاد هر گونه تغییر در هر يك از شرایطی که حالت تعادل را تعیین می‌کنند، باعث می‌شود که تعادل درجه‌ای جا به جا شود که در نتیجه آن با تغییر به عمل آمده و نتایج حاصل از آن حتی الامکان مخالفت شود.

واکنش تبدیل شوند. یعنی با افزایش فشار کل، تعادل درجه‌ای که با کاهش تعداد مولکولهای گاز همراه است جا به جا می‌شود. کاهش فشار کل تأثیری برخلاف گفته‌های بالا دارد. یعنی با کاهش فشار کل، تعادل درجه‌ای که با افزایش تعداد مولکولهای گاز در محیط واکنش همراه است، جا به جا می‌شود.

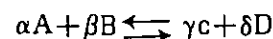
چگونگی تأثیر دما در جا به جایی تعادل‌های شیمیایی قدری جالب توجه‌تر است. تغییر دما در اصل باعث تغییر ثابت تعادل واکنش می‌شود و از آنجا تعادل درجه‌ای مناسب جا به جا می‌گردد. افزایش دما تعادل را درجه‌ای جا به جا می‌کند که با گرماگیری (جذب گرما) همراه است. می‌دانید که در هر تعادل شیمیایی هم واکنش مستقیم و هم واکنش معکوس شرکت دارد. از دو واکنش مستقیم و معکوس یکی گرماگیر و دیگری گرماساز است. مثلاً در واکنش برگشت پذیر



واکنش مستقیم گرماساز و واکنش معکوس گرماگیر می‌باشد. ثابت تعادل برخی از واکنشهای برگشت‌پذیر با افزایش دما افزایش می‌یابد و ثابت تعادل برخی دیگر با افزایش دما کوچکتر می‌شود. در واکنشهای گرماگیر، (واکنش مستقیم گرماگیر است)، افزایش دما باعث بزرگتر شدن ثابت تعادل می‌شود. در واکنشهای گرماساز (واکنش مستقیم گرماساز)، اثر افزایش دما برخلاف حالت قبل است.

اینک می‌خواهیم بینیم چرا تأثیر تغییر دما در ثابت تعادل چنین است.

برای توضیح این مطلب واکنش



با دیدن مورد توجه قرار می‌دهیم. ثابت تعادل آن برابر با نسبت ثابت سرعت واکنشهای مستقیم و معکوس است:

$$K_c = \frac{k_f}{k_r}$$

اگر تغییر دما ثابتهای  $k_f$  و  $k_r$  را به يك نسبت تغییر می‌داد، در آن صورت  $K_c$  تابع دما نمی‌بود. اما چون  $K_c$  با دما تغییر می‌کند، پس ثابتهای  $k_f$  و  $k_r$  به يك میزان تابع دما نیستند. چگونگی تغییر هر ثابت سرعت واکنش با دما مطابق رابطه آرینوس است.

$$k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

در رابطه بالا  $A$  فاکتور فرکانس واکنش و  $E_a$  انرژی فعالسازی آن است.  $A$  و  $E_a$  تقریباً تابع دما نیستند. تغییر  $k$  با دما طبق رابطه زیر است (مقاله مروری بر سینتیک شیمیایی در شماره ۵

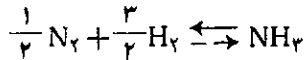
به صورت زیر است:

$$K_a = \frac{a_C^\gamma \cdot a_D^\delta}{a_A^\alpha \cdot a_B^\beta}$$

$a$  فعالیت جزء مورد نظر را می‌رساند. هر فعالیت به توسط ضریبی ( $\gamma$ ) به نام ضریب فعالیت با غلظت ارتباط دارد.

$$a_i = \gamma_i [\dots]_i$$

در جدول زیر مقادیر  $K_p$ ،  $K_c$  و  $K_a$  برای واکنش



در دمای  $450^\circ C$  و درازای فشارهای جزئی مختلفی از مواد داده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، مقادیر به دست آمده برای  $K_a$  تقریباً به هم نزدیک‌اند، حال آنکه مقادیر حاصل برای  $K_p$  و  $K_c$  کاملاً از هم متفاوتند.

در آزمایشگاه‌ها راه‌های گوناگونی برای تعیین ضرایب فعالیتها  $\gamma_i$  ها در دسترس است. با اندازه‌گیری  $\gamma_i$  ها به آسانی می‌توان فعالیتها را حساب کرد و از آنجا  $K_a$  را به دست آورد.

هر یک از  $K$  های بیان شده در جدول عبارت است از،

$$K_p = \frac{P_{NH_3}}{P_{N_2}^{1/\nu} \cdot P_{H_2}^{3/\nu}} \quad \text{و} \quad K_c = \frac{[NH_3]}{[N_2]^{1/\nu} [H_2]^{3/\nu}}$$

$$K_a = \frac{a_{NH_3}}{a_{N_2}^{1/\nu} \cdot a_{H_2}^{3/\nu}}$$

فعالیت هر جزء ممکن است بر اساس فشار جزئی یا غلظت آن جزء حساب شود. مقادیر حاصل از آن دو یکی نیستند. اما یکی از فعالیتها در ارتباط با فشار جزئی است و فعالیت دیگر در ارتباط با غلظت (مول بر لیتر) است. فعالیتی که در رابطه با فشار جزئی حاصل می‌شود فوگاسیتته نام دارد. غلظت هر گاز در یک مخلوط، تابع فشار جزئی آن گاز در مخلوط است. این دو با هم ارتباط مستقیم دارند. رابطه آنها با هم به صورت زیر است،

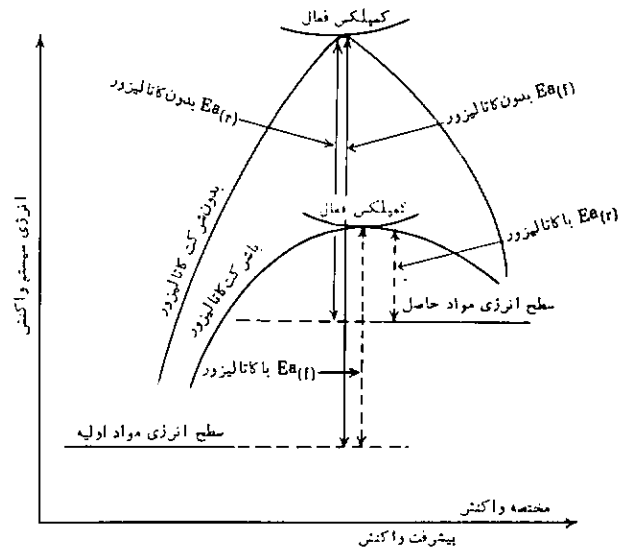
$$P_i = [\dots]_i RT$$

در رابطه بالا،  $P_i$  بر حسب اتمسفر است،  $[\dots]$  که غلظت جزء مورد نظر را می‌رساند، بر حسب mol/l بیان می‌شود.  $T$  دما در درجه بندی کلون می‌باشد و  $R$  ثابت عمومی گازهاست و در اینجا مقدار آن برابر است با،

$$R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{l/mol} \cdot ^\circ K$$

هر یک از سه عامل دما، فشار و غلظت در جا به جا شدن تعادل مؤثرند. از این سه، فقط دما ثابت تعادل را هم تغییر می‌دهد.

کاتالیزور تأثیری در مقدار ثابت تعادل و واکنش ندارد. ثابت سرعت و واکنشهای مستقیم و معکوس به یک نسبت با کاتالیزور تغییر می‌کنند. نتیجتاً نسبت آن دو با کاتالیزور تغییر نمی‌نماید. کاتالیزور فقط زمان رسیدن به تعادل را کاهش می‌دهد و سرعت واکنشهای مستقیم و معکوس را به یک میزان افزایش می‌دهد. نقش اساسی کاتالیزور در کاهش دادن انرژی فعالسازی است. در این میان از انرژی فعالسازی و واکنش مستقیم و معکوس به یک اندازه کاسته می‌شود که در نتیجه آن تغییری در ثابت تعادل پدید نمی‌آید. در نمودار زیر، چگونگی کم شدن انرژی فعالسازی و واکنشهای مستقیم و معکوس به کمک کاتالیزور نشان داده شده است.



شکل ۳. کم شدن انرژی فعالسازی با کاتالیزور

پیش از این گفتیم که ثابت تعادل تابع غلظت یا فشار جزئی مواد شرکت کننده در تعادل نیست. لازم است در نظر داشته باشیم که این بیان تا حدودی تقریبی است. وقتی غلظتها یا فشارهای جزئی کوچک باشند، ثابتهای  $K_p$  و  $K_c$  در دمای ثابت نسبتاً ثابت اند و با تغییر غلظتها یا فشارهای جزئی تغییر نمی‌کنند. اما در غلظتها یا فشارهای جزئی بالا،  $K_c$  یا  $K_p$  دیگر ثابت نیستند و بر حسب غلظتها یا فشارهای مختلف، مقادیر مختلفی برای آنها به دست می‌آید. در گستره این گونه غلظتها یا فشارها، بایستی از ثابت  $K_a$  استفاده شود.  $K_a$  ثابت تعادلی است که بر حسب فعالیتها مواد شرکت کننده در تعادل نوشته می‌شود.  $K_a$  برای واکنشی به شرح

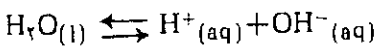


## جدول ۱

ثابت تعادل واکنش تشکیل آمونیاک در ۴۵۰°C

K <sub>a</sub>	←K <sub>C</sub>	K <sub>a</sub>	←K <sub>P</sub>	فشار جزئی: atm			فشار کل atm
				NH <sub>۳</sub>	H <sub>۲</sub>	N <sub>۲</sub>	
۰/۳۸۹	۰/۳۹۱	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۶۵۹	۰/۲۰۴	۷/۴۶۹	۲/۲۹۶	۱۰
۰/۳۹۱	۰/۴۰۱	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۶۷۶	۱/۷۴۰	۲۱/۵۸	۶/۵۸۸	۳۰
۰/۳۸۸	۰/۴۰۹	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۶۹۰	۴/۵۸۵	۳۴/۷۲	۱۰/۵۴	۵۰
۰/۳۸۳	۰/۴۳۱	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۷۲۷	۱۶/۳۵	۶۴/۱۳	۱۹/۱۷	۱۰۰
۰/۳۷۰	۰/۵۲۹	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۸۹۲	۱۰۶/۵	۱۵۰/۰	۲۲/۲۱	۳۰۰
۰/۳۹۱	۰/۷۸۳	۰/۰۰۶۶	۰/۰۱۳۲۲	۳۲۱/۶	۲۱۹/۸	۵۵/۷۴	۶۰۰
۰/۵۳۹	۱/۴۶	۰/۰۰۹۱	۰/۰۲۴۵۹	۶۹۴/۰	۲۴۹/۸	۵۱/۱	۱۰۰۰

خواهیم داشت:



$$K_a = \frac{a_{\text{H}^+} a_{\text{OH}^-}}{a_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{OH}^-}}{1}$$

$$= a_{\text{H}^+} a_{\text{OH}^-}$$

## تمرین ۴

تعداد  $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$  در یک دمای معین مفروض است، تأثیر تغییر دما، فشار کل، غلظت یا فشار جزئی  $\text{NH}_3$  و  $\text{H}_2\text{S}$  و مقدار  $\text{NH}_4\text{HS}$  جامد در جا به جایی تعادل را بحث کنید.

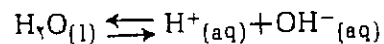
## پاسخ:

می‌دانیم که افزایش دما تعادل را در جهتی که با جذب گرما همراه است جا به جا می‌کند چون واکنش مستقیم در تعادل گفته شده گرما گیر است، پس با افزایش دما تعادل در جهت تشکیل مقدار بیشتری از مواد حاصل جا به جا می‌شود. افزایش فشار کل تعادل را در جهتی که با کم شدن تعداد مولکولهای گاز همراه است جا به جا می‌کند. یعنی افزایش فشار کل تعادل بالا را در جهت تشکیل  $\text{NH}_4\text{HS}$  جا به جا می‌کند.

در نتیجه تغییر غلظت یا تغییر فشار جزئی  $\text{NH}_3$  و  $\text{H}_2\text{S}$ ، تعادل در جهتی جا به جا خواهد شد که با تغییر به عمل آمده مخالفت گردد. مثلاً اگر با خارج ساختن مقداری از  $\text{H}_2\text{S}$  فشار

نکته دیگری که تذکر آن در اینجا لازم است، اینکه اگر در یک تعادل شیمیایی، اجسام خالصی به حالت مایع یا جامد شرکت داشته باشند، کمی یا زیادی مقدار آنها در جا به جایی تعادل بی‌تأثیر است. دلیل این امر آن است که غلظت هر جسم خالص به حالت مایع یا جامد مقدار ثابتی است. برای مثال غلظت آب بر حسب مول بر لیتر تقریباً برابر با  $1000/18$  یا  $55/555$  است. غلظت هر آب خالصی و با هر مقداری تقریباً همان  $55/555 \text{ mol/l}$  است. از این رو کم و زیاد کردن مقدار یک مایع یا یک جامد خالص شرکت کننده در یک تعادل، در جا به جا ساختن آن تعادل بی‌تأثیر است. پیداست که در این کار بایستی عوامل دیگر مانند دما و غیره تغییر نکنند.

معمولاً غلظتهای ثابت بالا را با ثابت تعادل یکی می‌کنند و از نوشتن آنها خودداری می‌نمایند. برای مثال در تعادل



چنین می‌نویسند،

$$K_c = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

و یا

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_c [\text{H}_2\text{O}]$$

$$= K_c \times 55/555 = K'_c$$

فعالیت هر مایع خالص و هر جامد خالص برابر با واحد در نظر می‌گیرند. از این رو، در عبارت ثابت  $K_a$  فعالیت اجسام خالص به حالت جامد یا مایع را نمی‌نویسند. برای مثال قبل

$$\Delta n = (\gamma + \delta) - (\alpha + \beta)$$

هر گاه فشارهای جزئی به کاررفته در عبارت  $K_p$  بر حسب اتمسفر باشند و غلظت‌های به کاررفته در عبارت  $K_C$  بر حسب مول بر لیتر بیان شده باشند، در آن صورت مقدار  $R$  مساوی

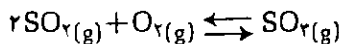
$$0.0821 \text{ atm} \cdot \text{l/mol} \cdot \text{K}$$

خواهد بود.

يك بار دیگر متذکر می‌شویم که ارتباط‌ها میان  $K_p$  و  $K_C$  در صورتی درست است که مواد واکنش دهنده و مواد حاصل به حالت گاز باشند و هر گاز نیز تا حدودی مثل گاز کامل باشد.

### تمرین ۵

مقدار  $\Delta G^\circ$  برای واکنش



در دمای  $25^\circ\text{C}$  برابر با  $-33/46 \text{ kcal}$  است. مقادیر  $K_p$  و  $K_C$  این واکنش را حساب کنید از دقت در آنها چه نتیجه‌ای می‌توان به دست آورد؟ پاسخ:

$$K_p = 10^{\frac{-\Delta G^\circ}{2/3RT}} = 10^{\frac{-(-33460)}{2/3 \times 1/987 \times 298}} = 10^{24/57} = 3/705 \times 10^{24}$$

مقدار  $K_p$  بسیار بزرگ است. این موضوع نشانه آن است که فشار جزئی  $\text{SO}_3$  در مقایسه با فشارهای جزئی  $\text{SO}_2$  و  $\text{O}_2$  در موقع تعادل فوق‌العاده بالاست. به بیان دیگر، در واکنش بالا، موقعی تعادل برقرار می‌شود که تقریباً همه مواد اولیه به محصولات واکنش تبدیل شده باشند.

برای محاسبه  $K_C$  از ارتباط آن با  $K_p$  کمک می‌گیریم

$$K_p = K_C (RT)^{\Delta n}$$

$$3/705 \times 10^{24} = K_C (0.082 \times 298)^{-1}$$

$$K_C = 9/0535 \times 10^{25}$$

داوری بالا را که به کمک مقدار  $K_p$  به عمل آمد، با استفاده از مقدار  $K_C$  نیز امکان دارد.

### تمرین ۶

برای تجزیه  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  در شرایط استاندارد داریم،

$$\Delta G^\circ = -1290 \text{ cal}$$

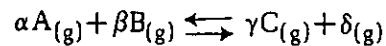
ثابت تعادل این واکنش را در دمای  $25^\circ\text{C}$  حساب کنید:

جزیی آنرا کاهش دهیم، تعادل در جهت تشکیل آن جا به جا خواهد شد. یعنی مقدار دیگری از  $\text{NH}_4\text{HS}$  موجود در محیط عمل تجزیه خواهد شد.

تغییر دادن مقدار  $\text{NH}_4\text{HS}$  تأثیری در تعادل ندارد. زیرا آن يك جسم جامد است و با تغییر مقدار آن غلظتش تغییر نمی‌کند.

### ۵- تعیین ثابت تعادل واکنش به کمک $\Delta G^\circ$ وابسته به آن

نماد  $\Delta G^\circ$  تغییر انرژی گیبس واکنش را در شرایط استاندارد می‌رساند. در اینجا بسیار لازم است که به مفهوم شرایط استاندارد خوب توجه کنیم، (بند ۸ از مقاله واکنشهای شیمیایی خود به خود در مجله رشد آموزش شیمی شماره ۸ را مطالعه نمایید). اگر واکنشی مانند،



را در نظر بگیریم، ارتباط  $\Delta G^\circ$  آن با ثابت  $K_p$  آن به صورت زیر است:

$$K_p \approx 10^{\left(\frac{-\Delta G^\circ}{\gamma/3RT}\right)}$$

این رابطه در ترمودینامیک شیمیایی به آسانی اثبات می‌شود. این تساوی موقعی کاملاً دقیق است که هر يك از گازهای شرکت کننده در تعادل مانند گاز کامل عمل کند.

هر گاه تعادل بالا در محلول برقرار باشد، ثابت  $K_C$  آن از روی  $\Delta G^\circ$  واکنش به دست خواهد آمد.

$$K_C \approx 10^{\left(\frac{-\Delta G^\circ}{\gamma/3RT}\right)}$$

رابطه فوق نیز موقعی دقیق است که هر يك از مواد اولیه و حاصل رفتار ایده‌آلی در محلول دارد باشند. بایستی توجه داشت که مقدار  $\Delta G^\circ$  هر واکنش، بر حسب شرایط استاندارد انتخاب شده ممکن است، تفاوت نماید.

از باط ثابتهای  $K_p$  و  $K_C$  با هم، در واکنشهایی که در فاز گاز صورت می‌گیرند، عبارت است از،

$$K_p = K_C (RT)^{\Delta n}$$

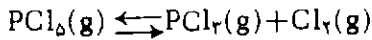
در حالی که  $\Delta n$  برای واکنش گفته شده در بالا برابر است با،



کوچکتر باشد زمان رسیدن به تعادل کمتر است و سرعت کلی واکنش بیشتر می باشد.

### تمرین ۶

تغییر انرژی گیبس استاندارد ( $\Delta G^\circ$ ) واکنش



در دمای  $25^\circ\text{C}$  برابر با  $+9185/5\text{cal}$  است.

الف - ثابت تعادل واکنش بالا را حساب کنید. با توجه به آن بر روی میزان پیشرفت واکنش نظر دهید.

ب - ثابت تعادل واکنش  $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$  را در همان شرایط حساب کنید.

ج - آیا از معلومات بالا می توان اطلاعاتی درباره تند یا کند بودن واکنش کلی به دست آورد؟  
پاسخ:

$$K_p = 10^{-7} = \frac{1}{1.8 \times 10^{-7}} \quad \text{الف}$$

چون  $K_p$  کوچک است، پس واکنش مستقیم پیشرفتی ندارد.

ب - هر گاه واکنشی را معکوس کنیم، یعنی مواد حاصل را به عنوان مواد واکنش دهنده و مواد واکنش دهنده را به جای محصول در نظر بگیریم، ثابت تعادل واکنش جدید، عکس ثابت تعادل واکنش قبلی خواهد بود. به علاوه،  $\Delta G^\circ$ ،  $\Delta S^\circ$ ،  $\Delta H^\circ$  و... واکنش جدید نیز منفی مقادیر مربوط به واکنش اولی خواهد بود. پس،

$$K_p = \frac{1}{1.8 \times 10^{-7}} = 5.55 \times 10^6$$

چون مقدار این ثابت جدید بالاست، پس پیشرفت واکنش میان  $\text{PCl}_3$  و  $\text{Cl}_2$ ، برعکس تجزیه  $\text{PCl}_5$ ، رضایتبخش می باشد.

ج - خیر

### ۷- محاسبه تغییر ثابت تعادل واکنش با دما

در ترمودینامیک شیمیایی، در مورد بستگی  $\Delta G^\circ$  با ثابت تعادل واکنش به دست می آورند،

$$\log K = -\frac{\Delta G^\circ}{2.3RT}$$

$\Delta G^\circ$  خود برابر با  $\Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$  است. از آنجا،

$$\begin{aligned} \log K &= -\frac{\Delta H^\circ - T\Delta S^\circ}{2.3RT} \\ &= -\frac{\Delta H^\circ}{2.3RT} + \frac{\Delta S^\circ}{2.3R} \end{aligned}$$

بقیه در صفحه ۶۱

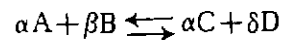
$$K_p = 10^{-11.3} = \frac{1290}{2.3 \times 1.987 \times 298}$$

$$K_c = K_p(RT)^{-\Delta n} = 0.113(0.082 \times 298)^{-1} = 4.634 \times 10^{-2}$$

کوچک بودن ثابت تعادل نشانه آن است که تجزیه  $\text{N}_2\text{O}_4$  به  $\text{NO}_2$ ، در شرایط داده شده، خوب صورت نمی گیرد.

### ۶- تخمین میزان پیشرفت واکنش

هر گاه در ظرفی با دما و حجم ثابت، به مقدار لازم از واکنش دهنده های A و B وارد کنیم، آنها با هم واکنش می دهند و محصولات C و D را تولید می کنند.



پس از گذشت زمان لازم، میان مواد واکنش دهنده باقی مانده و مواد حاصل تعادل برقرار می شود. حال اگر تا برقراری تعادل در واکنش، قسمت عمده ای از مواد واکنش دهنده به محصولات تبدیل شده باشند، می گویند که پیشرفت واکنش خوب یا بسیار خوب است. اما اگر قضیه برخلاف آن باشد، گفته می شود که پیشرفت واکنش رضایتبخش نیست.

برای تخمین میزان پیشرفت واکنش، می توان ثابت تعادل آنرا از روی مقدار  $\Delta G^\circ$  آن محاسبه کرد و سپس با توجه به مقدار ثابت تعادل به دست آمده بر روی میزان پیشرفت واکنش داورى نمود.

هر اندازه ثابت تعادل واکنش بزرگتر باشد، میزان پیشرفت واکنش بیشتر است.

در اینجا لازم است توجه کنیم که میزان پیشرفت واکنش تند یا سریع بودن واکنش دو مفهوم جدا از هم اند. خوب بودن میزان پیشرفت واکنش، الزاماً به معنای تند یا سریع بودن آن نیست. بسیاری از واکنشهایی که میزان پیشرفت آنها خوب است، ممکن است کند یا بسیار کند صورت گیرند.

میزان پیشرفت يك واکنش از روی مقدار ثابت تعادل آن معلوم می شود. اگر ثابت تعادلی بزرگ باشد، به آن معناست که قسمت عمده ای از مواد اولیه تا موقع تعادل قابل تبدیل به محصولات است. اما از این گفته نمی توان هیچ اطلاعاتی در خصوص زمان لازم برای رسیدن به تعادل را به دست آورد. زمان لازم برای رسیدن به تعادل تابع مقادیر ثابت سرعت واکنشهای مستقیم و معکوس و تفاوت آنها از هم است. همانطور که قبلاً هم گفتیم مقدار هر ثابت سرعت به طور عمده تابع انرژی فعالسازی واکنش است. هر اندازه انرژی فعالسازی

این مقاله در ارتباط با کتاب شیمی سال چهارم علوم تجربی - ریاضی فیزیک نوشته شده است.

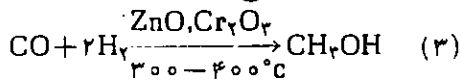
# تکنیکات آلی فلزی در صنایع شیمیایی

## سنتر

### اسید استیک از متانول

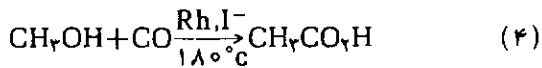
دکتر منصور عابدینی  
استاد دانشگاه تهران

کاتالیزور ناهمگن، متانول تولید می‌شود، که یکی از مواد شیمیایی پر مصرف در سطح جهانی است.



200-300 atm

متانولی که از این راه به دست می‌آید نسبتاً ارزان قیمت است و برای تهیه سایر مواد شیمیایی به خصوص تهیه اسید استیک با استفاده از تکنولوژی کربونیل دار کردن، ماده خام جالب توجهی به شمار می‌آید.

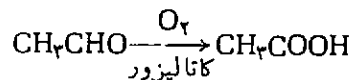
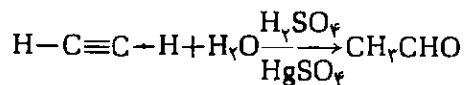
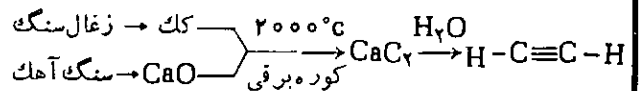


30-40 atm

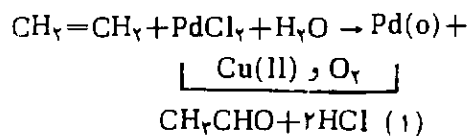
برای انجام این واکنش، نخست کاتالیزور همگنی از کبالت مورد استفاده قرار گرفت ولی به علت سخت بودن شرایط واکنش (230°C ~ و 600 ~ اتمسفر فشار)، محققان برای پی بردن به مکانیسم آن به نتیجه قاطعی دست نیافته‌اند. در سال 1975 کمپانی مونسانتو کارخانه‌ای به راه انداخت که در آن کربونیل دار کردن متانول با استفاده از کاتالیزور همگن رودیم در حضور یدید متیل انجام می‌گیرد. تولید سالانه این کارخانه در حدود 150/000/ تن اسید استیک است. شرایط انجام واکنش در مجاورت کاتالیزور رودیم خیلی آسانتر از واکنش

کاتالیز شده به وسیله کبالت است (جدول 1) انجام مطالعات سینتیکی بر روی این واکنش نشان می‌دهد که سینتیک این واکنش مستقل از فشار CO است و نسبت به هر یک از دو جزء رودیم و یدید متیل از مرتبه یک است. به طوری که معلوم شده جزء کاتالیزوری فعال در این واکنش به صورت  $\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}^-$

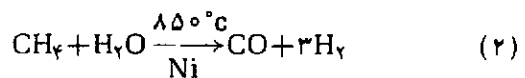
اسید استیک به عنوان یک ماده شیمیایی مهم صنعتی، تاریخچه‌ای طولانی دارد و در جریان گذشت این سالها، تغییرات متعددی در روش ساخت این ماده شیمیایی به عمل آمده است. در قرن نوزدهم، فرایند اصلی برای تهیه اسید استیک، تخمیر الکل بود. در اوایل قرن بیستم استیلن را به کمک کاتالیزور سولفات جیوه (II)، به استالدئید و سپس اسید استیک تبدیل می‌کردند.



بعد، با به دست آمدن اتیلن ارزان قیمت به صورت محصول فرعی پالایش نفت، روش واگر (Wacker process) رواج یافت.

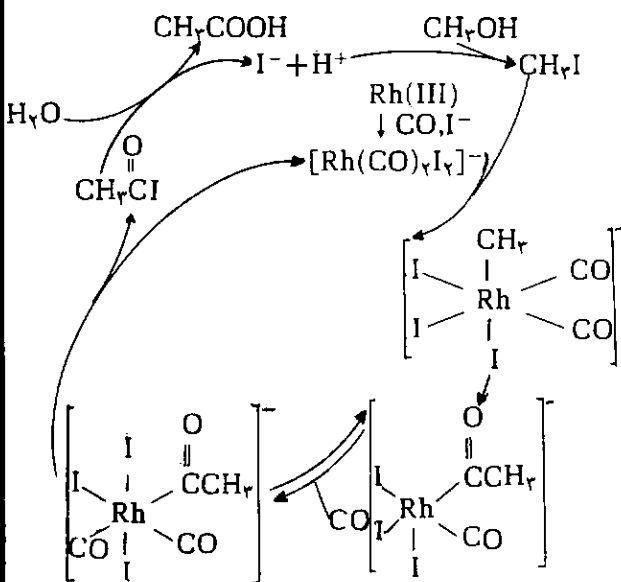


بعد از جنگ جهانی دوم، با توسعه منابع گاز طبیعی، روشی برای تهیه گاز سنتز (synthesis gas) پیدا شد:



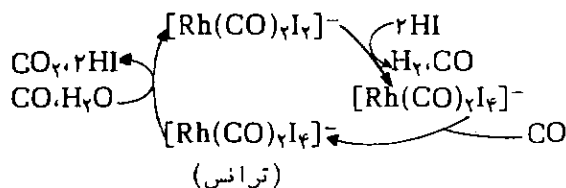
از واکنش مونوکسید کربن و هیدروژن در حضور یک

است [این یون کمپلکس دیا مغناطیسی است و آرایش مسطح مربعی دارد و عدد اکسیداسیون رودیم، ۱+ است]. چرخه کاتالیزوری این واکنش در شکل (۱) نشان داده شده است، یکی از مراحل مهم در این فرایند کاتالیزوری، تشکیل یدیدمتیل است، زیرا مرحله تعیین کننده سرعت (مرحله کند واکنش)، شامل افزایش یدید متیل به کمپلکس رودیم (I) می باشد که با جدول (۱) مقایسه واکنشهای کربنیل دار کردن متانول در مجاورت کاتالیزور کبالت و کاتالیزور رودیم



شکل (۱) مکانیسم پیشنهادی برای سنتز اسید استیک در مونسانتو

در این چرخه رودیم را می توان به صورت  $RhCl_3 \cdot 3H_2O$  با غلظتی حدود  $10^{-2}$  مولار اضافه کرد. این نمک به وسیله  $CO$  احیا شده، به جزء کاتالیزوری فعال  $[Rh(CO)_2I_2]^-$  تبدیل می شود.



شکل (۲) مکانیسم پیشنهادی برای واکنش جا به جایی گاز آب که به وسیله رودیم کاتالیز می شود.

مأخذ،

این مقاله از مجله *Chemical Education* ما. مارس ۱۹۸۶ تهیه شده است.

غلظت فلز  $10^{-1}$  -  $10^{-2}$  مولار  
دمای واکنش  $230^\circ C$   
فشار واکنش ۵۰۰ تا ۷۰۰ اتمسفر  
گزینش پذیری ۹۰٪  
(درخصوص متانول)  
اثر هیدروژن  $CH_4$ ,  $CH_3OH$ ,  $C_2H_5OH$  اثری ندارد  
به صورت محصولات فرعی تشکیل می شوند.

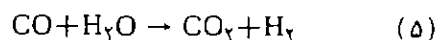
رودیم	کبالت
غلظت فلز $10^{-2}$ - $10^{-1}$ مولار	غلظت فلز $10^{-1}$ - $10^{-2}$ مولار
دمای واکنش $180^\circ C$	دمای واکنش $230^\circ C$
فشار واکنش ۳۰ تا ۴۰ اتمسفر	فشار واکنش ۵۰۰ تا ۷۰۰ اتمسفر
گزینش پذیری $>99\%$	گزینش پذیری ۹۰٪
	(درخصوص متانول)
	اثر هیدروژن $CH_4$ , $CH_3OH$ , $C_2H_5OH$ اثری ندارد
	به صورت محصولات فرعی تشکیل می شوند.

ترقی عدد اکسیداسیون رودیم از (I) به (III) همراه است. [جزء حاصل،  $[CH_3Rh(CO)_2I_2]^-$ ، یک کمپلکس هشت وجهی و دیا مغناطیسی است و عدد اکسیداسیون رودیم، ۳+ است]. این مرحله یک واکنش هسته دوسی تلقی می شود و وجود یک بار منفی روی کمپلکس قدرت هسته دوسی فلز را به میزان قابل ملاحظه ای نسبت به یک جزء خنثی از رودیم (I)، بالا می برد.

یک وجه مهم در این پدیده کاتالیزوری، درجه سهولت مهاجرت گروه متیل و تشکیل جزء استیل - رودیم،

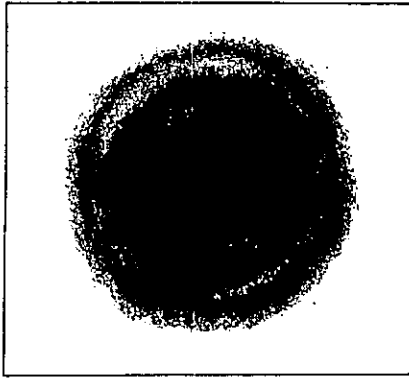
$[CH_3C(=O)-Rh(CO)I_2]^-$  است. این مهاجرت به قدری سریع انجام می گیرد که جزء آلکیل - رودیم،  $[CH_3Rh(CO)_2I_2]^-$ ، عمر کافی برای راه یافتن به مسیرهای غیر مفید را ندارد.

واکنش دیگری که می تواند به وسیله واکنش دهنده های (reactants) موجود در فرایند اسید استیک کاتالیز شود، واکنش زیر است که اصطلاحاً واکنش جا به جایی گاز آب (water gas) نامیده می شود:



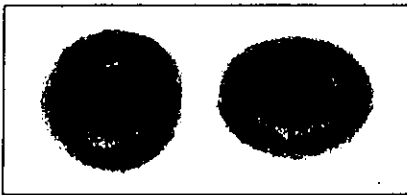
نقش رودیم در کاتالیز کردن این واکنش به وسیله محققان در مونسانتو در دانشگاه راجستر بررسی شده است. مراحل اساسی در چرخه واکنش در شکل (۲) نشان داده شده و به طوری که ملاحظه می شود در این جا هم یون کمپلکس

# خواص بنیادی اتم



## (Fundamental Properties of atom)

دکتر محمدرضا ملاردی  
دانشیار دانشگاه تربیت معلم



«قسمت اول»

### خواص بنیادی اتم در حالت گازی:

#### الف) الکترونیخواهی اتم

۱- مقدمه

چون در بسیاری از بررسیهای کمی و کیفی در مورد خواص اتمهای چند الکترونی، از جمله، توجیه روند تغییرات خواص عناصر در دوره‌ها و گروههای جدول تناوبی، بار مؤثر هسته اتم، اهمیت زیادی دارد. از اینرو، قبل از وارد شدن در بحث اصلی (یعنی الکترونیخواهی اتم)، اشاره به مفاهیم اثر پوششی، ثابت پوششی الکترونها و بار مؤثر هسته اتم و آشنایی با روشهای محاسبه بار مؤثر هسته اتم، کاملاً ضروری به نظر می‌آید.

#### ۱-۱- اثر پوششی (یا حایلی)

##### Shielding (Screening) effect

بدیهی است که در یک اتم، بار منفی هر الکترون، مقداری از بار مثبت هسته آن اتم را خنثی کرده، تأثیر تمامی بار مثبت هسته آنرا بر الکترون دیگر، به میزان معینی کاهش می‌دهد. عمل جلوگیری کردن از تأثیر تمامی بار مثبت هسته بر یک الکترون مورد نظر (Considering electron) در هر اتم، توسط الکترونها، دیگر (الکترونها، حایل شونده)، اصطلاحاً اثر پوششی آن الکترونها، نسبت به الکترون مورد نظر نامیده می‌شود.

#### ۱-۲- ثابت (یا ضریب پوششی)

##### Shielding Constant

کسری از هر واحد بار مثبت هسته که توسط هر الکترون از آن اتم، پوشیده می‌شود، اصطلاحاً ثابت پوششی آن الکترون نامیده می‌شود و با علامت  $\sigma$  و یا گاهی با علامت  $s$  نشان داده می‌شود.

#### ۱-۳- بار مؤثر هسته اتم

##### (Effective nuclear charge)

آنچه را که پس از تأثیر اثر پوششی الکترونها، حایل شونده، از بار حقیقی هسته اتم ( $Z$ ) باقی می‌ماند، اصطلاحاً بار مؤثر هسته اتم برای الکترون مورد نظر نامیده شده و با علامت  $Z^*$  (و یا گاهی با علامت  $Z_{\text{eff}}$ ) نشان داده می‌شود. مقدار بار مؤثر هسته اتم، بر حسب واحد نسبی بار الکترون، از رابطه ۱، قابل محاسبه است:

$$Z^* = Z - \sigma \quad (1)$$

در این رابطه،  $\sigma$ ، حاصل جمع ثابتهای پوششی الکترونها، حایل شونده است.

#### ۱-۴- محاسبه بار مؤثر هسته اتم

با وجود اینکه بار مؤثر هسته در بسیاری از محاسبات مربوط به اندازه شعاع، انرژی ترازهای الکترونی، انرژی یونیزاسیون و الکترونگاتیوی و... اتم، دخالت داشته و در



مثال ۱- بار مؤثر هسته اتم کالر را برای الکترون لایه ظرفیت آن حساب کنید.

محاسبه: براساس آرایش الکترونی اتم کالر (۱۷Cl):  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  با کنار گذاشتن الکترون مورد نظر از لایه ظرفیت، شش الکترون همتراز با آن، هشت الکترون در تراز ماقبل و دو الکترون در تراز داخلی تر، وجود دارد. از اینرو، می توان نوشت:

$$\sigma = 6 \times 0/35 + 8 \times 0/85 + 2 \times 1 = 10/9$$

$$Z^* = Z - \sigma$$

$$Z^* = 17 - 10/9 = 6/1$$

### توجه

نباید تصور شود که بار مؤثر هسته در مورد اتمها مطرح است، بلکه در مورد یونها نیز مفهوم و کاربرد دارد.

### مثال و مقایسه

بار مؤثر هسته را برای الکترون لایه ظرفیت اتم سدیم و یون  $Na^+$  حساب کنید.

محاسبه - برای اتم سدیم ( $11Na : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ )، براساس آرایش الکترونی آن، می توان نوشت:

$$\sigma_{(3s)} = 0 \times 0/35 + 8 \times 0/85 + 2 \times 1 = 9/15$$

$$Z^*_{(3s)} = 11 - 9/15 = 1/85$$

برای یون  $Na^+$  ( $11Na^+ : 1s^2 2s^2 2p^6$ ) با توجه به آرایش الکترونی آن می توان نوشت:

$$\sigma_{(2p)} = 7 \times 0/35 + 2 \times 0/85 = 4/15$$

$$Z^*_{(2p)} = 11 - 4/15 = 6/85$$

ملاحظه می شود که بار مؤثر هسته برای الکترونهاى آخرین تراز در یون  $Na^+$ ، نسبت به اتم سدیم، به مراتب بیشتر است. اصولاً بر همین اساس است که برای جدا کردن الکترون از یون  $Na^+$  نسبت به جدا کردن الکترون از اتم خنثای سدیم، انرژی بیشتری لازم است. زیرا، با زیادتر شدن مقدار بار مؤثر هسته، انرژی یونیزاسیون آن نیز افزایش می یابد. از اینرو، انرژی نخستین یونیزاسیون اتم سدیم برابر  $118/5$  کیلوکالری بر مول است در صورتی انرژی دومین یونیزاسیون آن (که در حقیقت جدا شدن الکترون از یون  $Na^+$  است) برابر  $1090/7$  کیلوکالری بر مول می باشد.

ب- در مواردی که الکترون مورد نظر در ترازهای d یا f قرار دارد.

با رعایت قاعده a از قسمت الف، فقط برای الکترون حائل شونده که در همان تراز d (یا f) قرار دارد، ثابت پوششی  $\sigma = 0/35$  و برای هر الکترون حائل شونده دیگر،

توجه بسیاری از جنبه های کیفی خواص اتم، از جمله روند تغییرات خواص آن نقش اساسی دارد، ولی برای محاسبه آن، روش فرادگیر و کاملاً دقیقی وجود ندارد. البته، دو روش برای محاسبه بار مؤثر هسته اتم ارائه شده است که نتایج حاصل از آنها، کم یا بیش تفسیری است و در زیر به شرح آنها می پردازیم.

### ۱-۵ روش اسلیتر (J. Slater)

این روش که در ۱۹۳۰ توسط اسلیتر ارائه شد، روشی تجربی است که نتایج حاصل از آن فقط برای اتم هلیم دقیق بوده، برای عناصر دوره دوم نسبتاً دقیق ولی برای عناصر دوره سوم به بعد، تقریبی است. از اینرو، فقط در بحثهای کیفی و یا مقایسه خواص و توجه روند تغییرات خواص عناصر، قابل استفاده است.

### توضیح

در مورد تفسیری بودن روش اسلیتر، دو علت زیر قابل توجه است:

۱- اسلیتر، نقش الکترونهاى را که در تراز بالاتر از تراز الکترون مورد نظر (یعنی دورتر از آن نسبت به هسته) قرار دارند، نادیده گرفت.

۲- فقط عدد کوآنتومی اصلی (n)، به عبارت دیگر، فقط ترازهای اصلی انرژی اتم را مورد توجه قرار داده، بین الکترونهاى ترازهای فرعی مربوط به يك تراز اصلی انرژی تفاوتی قایل نشد. مثلاً، برای تمام الکترونهاى ترازهای فرعی ۳p و ۳s، ثابت پوششی برابر، در نظر گرفته بود. قواعدی که اسلیتر برای محاسبه ثابت پوششی، جهت محاسبه بار مؤثر هسته، وضع کرد، عبارتند از:

الف - در مواردی که الکترون مورد نظر، به ترازهای s یا p تعلق دارد، برای هر الکترون حائل شونده که:

(a) در تراز بالاتری نسبت به تراز الکترون مورد نظر قرار داشته باشد، اثر پوششی منظور نمی شود ( $\sigma = 0$  است).  
 (b) در همان تراز اصلی الکترون مورد نظر قرار داشته باشد، ثابت پوششی  $\sigma = 0/35$  در نظر گرفته می شود (مگر در مورد تراز 1s که  $\sigma = 0/3$  فرض می شود).

(c) در تراز اصلی ماقبل نسبت به تراز الکترون مورد نظر قرار داشته باشد، ثابت پوششی  $\sigma = 0/85$  منظور می شود.  
 (d) در ترازهای داخلی تر نسبت به تراز الکترون مورد نظر قرار داشته باشد، ثابت پوششی  $\sigma = 1$ ، نسبت داده می شود. بدیهی است که ثابت پوششی کل الکترونهاى حائل شونده، برابر حاصل جمع ثابتهای پوششی همه آنهاست:

$$\sigma = \sum_{i=1}^{i=n} \sigma_i$$

گرفته می‌شود. صورت این معادلات برای ترازهای فرعی ۱s، ۲s، ۳p، ۳d، ۴s، ۴p و ۴d، در زیر، نشان داده شده است:

$$S_{1s} = 0.3(N_{1s} - 1) + 0.0072(N_{2s} + N_{2p}) + 0.0158(N_{3s} + N_{3p}) \quad (۴)$$

$$S_{2s} = 1.7208 + 0.3601(N_{2s} - 1 + N_{2p}) + 0.2062(N_{3s} + N_{3p}) \quad (۳)$$

$$S_{3s} = 2.5787 + 0.3326(N_{3s} - 1) - 0.0773N_{3p} - 0.0161(N_{4s} + N_{4p}) - 0.0045N_{4d} \quad (۴)$$

$$S_{3p} = 8.4927 + 0.2501(N_{3s} - 1 + N_{3p}) + 0.0775N_{3d} + 0.3352N_{4s} + 0.1978N_{4p} \quad (۵)$$

$$S_{3d} = 9.3345 + 0.3803(N_{3s} - 1) + 0.0526N_{3p} + 0.3289N_{3d} + 0.1555N_{4s} \quad (۶)$$

$$S_{4s} = 15.505 + 0.0971(N_{4s} - 1) + 0.8433N_{4p} + 0.0687N_{4d} \quad (۷)$$

$$S_{4p} = 13.5894 + 0.2693(N_{4s} - 1) - 0.1065N_{4d} \quad (۸)$$

$$S_{4d} = 24.7782 + 0.2905(N_{4s} - 1) \quad (۹)$$

در این معادلات، S ثابت پوششی کل الکترونیهای حایل شونده برای الکترون مورد نظر از هر تراز فرعی که به صورت اندیس S مشخص شده است و N تعداد کل الکترونیهای هر تراز فرعی که به صورت اندیس N مشخص شده است، می‌باشد. مثال - بار مؤثر هسته اتم آهن را برای الکترونیهای ترازهای ۴s و ۳d آن، به روش کلمانتی و ریموندی حساب کنید.

محاسبه: با توجه به آرایش الکترونی اتم آهن و براساس معادلات (۷) و (۸)، می‌توان نوشت:

$$S_{(۴s)} = 15/505 + 0.971(2-1) + 0.8433 \times 6 + 0.0687 \times 0 = 20/66$$

$$Z^*_{(۴s)} = 26 - 20/66 = 5/34$$

$$S_{(۳d)} = 13/5894 + 0.2693(6-1) - 0.1065 \times 0 = 14/94$$

$$Z^*_{(۳d)} = 26 - 14/94 = 11/06$$

ملاحظه می‌شود که در این روش، نسبت به روش اسلیتر، برای هر الکترون مورد نظر مشخص، مقدار بیشتری برای بار مؤثر هسته، به دست می‌آید.

موضوع قابل توجه دیگری که اشاره به آن در اینجا، لازم می‌باشد، این است که نسبت بار مؤثر هسته برای الکترون مورد نظر ترازهای فرعی ۴s و ۳d که از این دو روش به دست می‌آید، تقریباً برابرند. مثلاً در مورد مثال فوق، داریم:

$$(از روش کلمانتی و ریموندی) \frac{5/34}{11/06} \approx \frac{3/75}{7/25} (از روش اسلیتر)$$

در جدول (۱)، مقادیر بار مؤثر هسته، برای الکترونیهای ترازهای انرژی مختلف، در مورد عنصر اول جدول تناوبی، گردآوری شده است:

ثابت پوششی  $\sigma = 1$  در نظر گرفته می‌شود.

## مثال و مقایسه

بار مؤثر هسته را برای الکترونیهای ترازهای ۴s و ۳d در اتم آهن حساب کنید.

محاسبه - با توجه به آرایش الکترونی اتم آهن ( ${}^{26}\text{Fe}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ ) و بر اساس قواعد قسمت الف، می‌توان نوشت:

$$\sigma_{(۴s)} = 1 \times 0/35 + 14 \times 0/85 + 10 \times 1 = 22/25$$

$$Z^*_{(۴s)} = 26 - 22/25 = 3/75$$

همچنین، بر اساس قواعد قسمت ب، داریم:

$$\sigma_{(۳d)} = 2 \times 0 + 5 \times 0/35 + 18 \times 1 = 18/75$$

$$Z^*_{(۳d)} = 26 - 18/75 = 7/25$$

ملاحظه می‌شود که بار مؤثر هسته (و در نتیجه نیروی جاذبه هسته) برای الکترونیهای تراز ۳d در اتم آهن، تقریباً دو برابر بار مؤثر هسته برای الکترونیهای تراز ۴s آن است. بر همین اساس است که اصولاً، به هنگام یونیزاسیون اتم آهن (و به طور کلی در سایر عناصر واسطه)، الکترون تراز s لایه ظرفیت، زودتر از الکترونیهای تراز d لایه ظرفیت، از اتم جدا می‌شود.

## ۶-۱ روش کلمانتی و ریموندی

(E. Clementi, D.L. Raimondi)

این روش در سال ۱۹۶۳ توسط کلمانتی و ریموندی ارائه شد. نتایج حاصل از آن در مورد عناصر سبک (از هلیوم تا کریپتون)، نسبتاً دقیق است.

در این روش، علاوه بر تعداد کل الکترونها (غیر از الکترون مورد نظر) و عدد کوآتومی اصلی، عدد کوآتومی فرعی (l) نیز در محاسبه ثابت پوششی، دخالت داده می‌شود. یعنی برعکس روش اسلیتر، برای تمام الکترونیهای یک تراز اصلی انرژی، ثابت پوششی یکسانی در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه فقط برای الکترونیهای هر تراز فرعی انرژی (که n و l برابر دارند)، ثابت پوششی یکسانی منظور می‌شود. یعنی مثلاً ثابت پوششی الکترونیهای تراز فرعی ns و np در این روش با هم برابر فرض نمی‌شود. به علاوه، در این روش، برخلاف روش اسلیتر، برای الکترونیهای که در تراز بالاتری نسبت به تراز الکترون مورد نظر قرار دارد، ثابت پوششی در نظر گرفته می‌شود. از اینرو، نتایج حاصل از این روش، نسبت به روش اسلیتر، دقیقتر است.

در این روش، برای محاسبه ثابت پوششی کل الکترونیهای حایل شونده بسته به اینکه الکترون مورد نظر در کدام تراز فرعی (n و l مشخص) قرار داشته باشد، معادله معینی در نظر

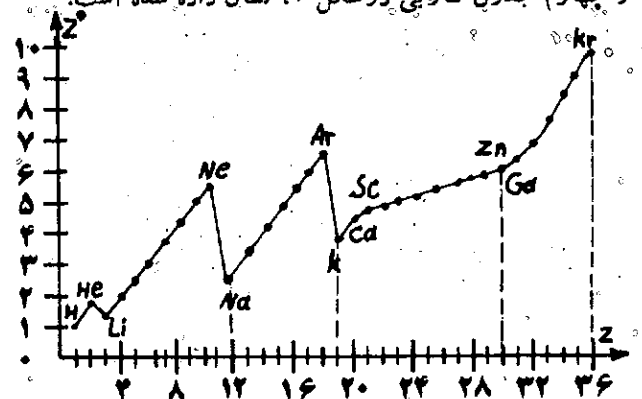
جدول ۱- بار مؤثر هسته اتم برخی از عناصر (از تیدروژن تا کریپتون)

عنصر	1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d	4p
H	1.000							
He	1.688							
Li	2.691	1.279						
Be	3.685	1.912						
B	4.680	2.576	2.421					
C	5.673	3.217	3.136					
N	6.665	3.847	3.834					
O	7.658	4.492	4.453					
F	8.650	5.128	5.100					
Ne	9.842	5.758	5.758					
Na	10.626	6.571	6.802	2.502				
Mg	11.819	7.392	7.826	3.308				
Al	12.591	8.214	8.963	4.117	4.068			
Si	13.575	9.020	9.915	4.903	4.285			
P	14.558	9.825	10.961	5.642	4.888			
S	15.541	10.629	11.977	6.367	5.432			
Cl	16.524	11.430	12.993	7.068	6.116			
Ar	17.508	12.230	14.008	7.757	6.764			
K	18.490	13.006	15.027	8.860	7.726	3.495		
Ca	19.473	13.776	16.041	9.802	8.658	4.398		
Sc	20.457	14.574	17.055	10.340	9.406	4.632	7.120	
Ti	21.441	15.377	18.065	11.033	10.104	4.817	8.141	
V	22.426	16.181	19.073	11.709	10.766	4.981	8.983	
Cr	23.414	16.984	20.075	12.368	11.466	5.133	9.757	
Mn	24.398	17.794	21.084	13.018	12.109	5.283	10.528	
Fe	25.381	18.599	22.089	13.678	12.778	5.434	11.180	
Co	26.367	19.405	23.092	14.322	13.435	5.576	11.855	
Ni	27.353	20.213	24.095	14.961	14.085	5.711	12.530	
Cu	28.338	21.020	25.097	15.599	14.731	5.856	13.201	
Zn	29.355	21.828	26.093	16.219	15.369	5.965	13.878	6.222
Ga	30.309	22.599	27.091	16.996	16.204	7.067	15.093	6.780
Ge	31.294	23.365	28.082	17.760	17.014	8.044	16.251	7.449
As	32.278	24.127	29.074	18.596	17.850	8.944	17.378	8.287
Se	33.262	24.883	30.065	19.403	18.705	9.758	18.477	9.028
Br	34.247	25.643	31.056	20.218	19.571	10.553	19.559	9.769
Kr	35.232	26.393	32.047	21.033	20.434	11.316	20.628	

همان طوری که این نمودار نشان می‌دهد، تغییرات بار مؤثر هسته اتم، مانند بسیاری از خواص دیگر آن، نسبت به عدد اتمی، روندی تناوبی دارد. تیدروژن و فلزات قلیایی در هر دوره، کمترین مقدار و گازهای بی‌اثر در هر دوره، بالاترین مقدار بار مؤثر هسته را نسبت به عناصر اصلی دیگر دارد. رویداد دیگری که با توجه به نمودار شکل ۱، قابل توجه است، این است که در عناصر واسطه (بیرخلاف عناصر اصلی) نمودار تغییرات بار مؤثر هسته نسبت به عدد اتمی (مانند بسیاری از خواص دیگر نظیر الکترو نگاتیوی، انرژی یونیزاسیون و شعاع اتمی) شیب کمتری داشته و گستره دامنه تغییرات بار مؤثر هسته محدودتر است. یعنی از عنصری واسطه به عنصر واسطه دیگر در هر دوره، افزایش بار مؤثر هسته، چشمگیر نیست. علت را عمدتاً می‌توان به عمقی بودن تراز d به ویژه در عناصر واسطه دوره چهارم نسبت داد.

۷-۱ روند تغییرات بار مؤثر هسته اتم

نمودار تغییرات بار مؤثر هسته اتم (برای سست‌ترین الکترون) نسبت به عدد اتمی عناصر دوره‌های اول، دوم، سوم و چهارم جدول تناوبی در شکل ۱، نشان داده شده است.



شکل ۱- نمودار تغییرات بار مؤثر اتم نسبت به عدد اتمی عناصر

## توجه

همان طوری که از روند نمودار شکل ۱، می توان دریافت، در طول هر دوره از جدول تناوبی، به موازات افزایش عدد اتمی عناصر، مقدار بار مؤثر هسته اتم آنها نیز افزایش می یابد به عنوان نمونه، برای الکترونهاست متمایز کننده عناصر دوره دوم، داریم:

عنصر	${}^4\text{Li}$	${}^8\text{Be}$	${}^{12}\text{C}$	${}^{16}\text{O}$	${}^{20}\text{Ne}$	${}^{24}\text{Mg}$
$Z^*$	۱/۲۹۷	۱/۹۱۲	۲/۲۲۱	۳/۱۳۶	۳/۸۳۴	۴/۴۵۲

در هر گروه از عناصر جدول تناوبی نیز، با افزایش عدد اتمی، بار مؤثر هسته اتم افزایش می یابد، مثلاً در مورد بار مؤثر هسته برای الکترون لایه ظرفیت اتم عناصر اصلی گروه اول داریم:

عنصر	${}^1\text{H}$	${}^3\text{Li}$	${}^{11}\text{Na}$	${}^{19}\text{K}$
$Z^*$	۱/۰۰۰	۱/۲۹۷	۲/۵۰۷	۳/۴۹۵

همان طوری که قبلاً اشاره شد، بار مؤثر هسته یکی از عوامل مؤثر در خواص اتمها و اساس توجیه روند بسیاری از این خواص است که به تدریج در دنباله بحث (در شماره های آینده این مجله) به چگونگی آن کاملاً آشنا شده و به اهمیت آن پی خواهیم برد. در اینجا برای نمونه، به ارتباط بار مؤثر هسته اتمها با شعاع یونی آنها، اشاره، می شود:

## ۸-۱- ارتباط بار مؤثر هسته با شعاع یونی

تبدیل اتم به یون مثبت که کاهش تعداد الکترونهاست آن همراه است، موجب افزایش بار مؤثر هسته و در نتیجه کاهش حجم و شعاع آن می شود. همچنین، تبدیل اتم به یون منفی که با افزایش تعداد الکترونهاست، موجب کاهش بار مؤثر هسته و در نتیجه افزایش حجم و شعاع آن می شود. پاولینگ (Pauling)، بر اساس بررسیهایی که در این زمینه انجام داد، به این نتیجه رسید که در مورد آنیون و کاتیونی که با یکدیگر و با یکی از گازهای بی اثر، هم الکترون (Isoelectronic) باشند، نسبت شعاع آنها برابر عکس نسبت بار مؤثر هسته آنها است، یعنی:

$$\frac{r(a)}{r(c)} = \frac{Z^*(c)}{Z^*(a)} \quad (10)$$

در این رابطه،  $a$  علامت آنیون و  $c$  علامت کاتیون است. بر اساس این رابطه می توان شعاع یونها را به طور تقریبی حساب کرد. برای توضیح بیشتر و روشن تر شدن مطلب، به حل تمرینی می پردازیم:

تمرین: با توجه به اینکه فاصله بین هسته های یونهای  $F^-$  و  $Na^+$  در بلور فلوئورید سدیم (یعنی مجموع شعاع آنیون و کاتیون) که از طریق پراش (Diffraction) پرتوهای  $X$  توسط این بلور، اندازه گیری شده، برابر  $2/31$  انگستروم است، شعاع این یونها را به روش پاولینگ (بر اساس رابطه ۴) حساب کنید.

## حل

بار مؤثر هسته برای  $Na^+$  در بند ۵-۱ حساب شده است که برابر  $6/85$  می باشد. بار مؤثر هسته در مورد  $F^-$ ، با توجه به آرایش الکترونی آن ( $1s^2 2s^2 2p^6$ ) چنین حساب می شود:

$$\sigma_{F^-} = 7 \times 0/35 + 2 \times 0/85 = 4/15$$

$$Z^*_{F^-} = 9 - 4/15 = 4/85$$

حال بر اساس رابطه ۴، می توان نوشت:

$$\frac{r(F^-)}{r(Na^+)} = \frac{6/85}{4/85}$$

و چون داریم:  $r(F^-) + r(Na^+) = 1/31 \text{ \AA}$ ، پس شعاع هر یک از این دو یون قابل محاسبه است و مقادیر زیر، برای آنها به دست می آید:

$$r(Na^+) = 0/96 \text{ \AA} \quad \text{و} \quad r(F^-) = 1/35 \text{ \AA}$$

یادآوری می شود که این نتایج با مقادیر تجربی به دست آمده برای شعاع این یونها مطابقت و هماهنگی دارد. (مقدار تجربی شعاع برای یون  $F^-$  برابر  $1/35 \text{ \AA}$  و برای یون  $Na^+$  برابر  $0/96 \text{ \AA}$  است).

## توضیح

با توجه به اینکه، اصولاً هر چه بار مؤثر هسته یون بیشتر باشد، طول شعاع آن کوچکتر و هر چه بار مؤثر هسته آن کمتر باشد، طول شعاع آن بزرگتر خواهد بود، پاولینگ با بررسیهایی که انجام داد، به این نتیجه رسید که، حاصلضرب طول شعاع هر یون در مقدار بار مؤثر هسته آن، به طور تقریبی، برابر عدد ثابتی است، یعنی داریم:

$$r(\text{ion}) \cdot Z^*(\text{ion}) = K \quad (11)$$

$K$  ثابتی است که مقدار آن به آرایش الکترونی یون بستگی دارد مثلاً در مورد یونهای هم الکترون با نئون مقدار آن در حدود  $6/55$  است.

بر اساس این رابطه می توان شعاع تقریبی یونهای  $F^-$  و  $Na^+$  را که در تمرین قبل، حساب کرده ایم، به طریق زیر نیز حساب کنیم:

$$r(Na^+) \cdot 0/96 = 6/55 \rightarrow r(Na^+) = 0/96 \text{ \AA}$$

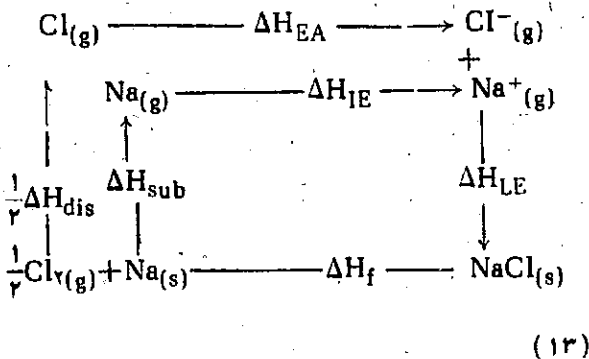
قرار داد برای علامت انرژی الکترونیخواهی به کار رود، اشکال اساسی به وجود نمی آورد.

برخی از آنها، تمایل به جذب بیش از یک الکترون را دارند (مانند اکسیژن، نیتروژن) از اینرو، (مانند یونیزاسیون اتم)؛ الکترونیخواهی های متوالی، برای برخی از عناصر غیر فلزی، به ویژه اکسیژن، گوگرد، نیتروژن، فسفر مورد توجه است.

### ۲-۱ اندازه گیری انرژی الکترونیخواهی

اندازه گیری مستقیم انرژی الکترونیخواهی آنها، انجام ناپذیر و یا بسیار مشکل است، از اینرو، برای اندازه گیری آن، معمولاً به روش غیر مستقیم عمل می شود. روشی که برای این کار متداول است، یک روش ترمودینامیکی است که مبتنی بر، قانون هس (Hess) بوده و از طریق چرخه بورن - هابر (Born - Habber Cycle) انجام می گیرد.

در این روش مثلاً برای محاسبه انرژی الکترونیخواهی اتم کلر، باید چرخه بورن - هابر در مورد مراحل مختلف فرایند تشکیل بلور کلرید یک فلز، مثلاً کلرید سدیم را مطابق طرح زیر نوشت. با در دست داشتن مقادیر، انرژی مراحل دیگر (که از طریق اندازه گیریهای ترمودینامیکی، معین می شود) و با استفاده از رابطه موجود بین مقادیر انرژی مراحل مختلف این فرایند (رابطه ۱۳) مقدار انرژی الکترونیخواهی اتم کلر را می توان به دست آورد:



$$\Delta H_f = \frac{1}{2}\Delta H_{\text{dis.}} + \Delta H_{EA} + \Delta H_{\text{sub}} + \Delta H_{IE} + \Delta H_{LE}$$

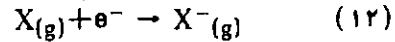
$\Delta H_f$  (انرژی تشکیل بلور کلرید سدیم جامد و گاز کلر) برابر  $98/2$ ،  $\Delta H_{\text{dis.}}$  (انرژی لازم برای تفکیک مولکول کلر به اتمهای گازی کلر) برابر  $57/8$ ،  $\Delta H_{EA}$  (انرژی الکترونیخواهی اتم کلر است که می خواهیم مقدار آنرا به دست آوریم)،  $\Delta H_{\text{sub}}$  (انرژی لازم برای تبدیل سدیم جامد به بخار سدیم) برابر  $25/7$ ،  $\Delta H_{IE}$  (انرژی یونیزاسیون سدیم) برابر  $118/3$  و  $\Delta H_{LE}$  (انرژی تشکیل بلور کلرید سدیم از یونهای گازی  $\text{Cl}^{-}$  و  $\text{Na}^{+}$ ) برابر  $183$  - کیلوکالری بر مول است.

با قراردادن مقادیر این انرژیها در رابطه (۱۳)، مقدار انرژی الکترونیخواهی کلسر، برابر  $\Delta H_{EA} = -83/3$  کیلو

$$\Delta H_{EA} = -83/3 \text{ کیلوکالری بر مول}$$

### ۲- الکترونیخواهی اتم (Electron affinity)

الکترونیخواهی هر اتم که یکی از خواص بنیادی آن در حالت آزاد است، عبارت است از جذب الکترون توسط اتم خنثای گازی در حالت اصلی (Ground state) و اضافه شدن آن الکترون به لایه ظرفیت اتم و تبدیل شدن اتم به آنیون گازی در حالت اصلی:



یعنی در این عمل، اتم در یک نیم واکنش کاهش (احیا) شرکت می کند. به طور کلی هر اتم خنثا، حد اقل گنجایش یک الکترون در لایه ظرفیت اتم خود را دارد.

برخلاف یونیزاسیون اتم که با دادن مقدار معینی انرژی به اتم، امکان پذیر است، الکترونیخواهی در مورد اتم برخی از عناصر، با جذب انرژی و در برخی دیگر، با آزاد شدن انرژی انجام می گیرد.

قابل توجه است که دومین الکترونیخواهی اتم در مورد تمام عناصر با جذب انرژی توسط اتم، انجام پذیر است (حتی در مورد عناصری که اولین الکترونیخواهی آنها، با آزاد شدن مقدار معینی انرژی همراه است، مانند اکسیژن و گوگرد).

مقدار انرژی الکترونیخواهی (که Affinity energy نیز نامیده می شود)، با علامت  $EA$ ،  $A$  یا  $\Delta H_{EA}$  نشان داده می شود و بر حسب الکترون ولت، کیلوژول بر مول و یا کیلوکالری بر مول بیان می شود.

### یادآوری

هر الکترون ولت که برابر  $10^{-12} \times 10^3 \times 1/60$  ارگ است، معادل  $23/06$  کیلوکالری بر مول و یا  $96/4$  کیلوژول بر مول می باشد.

### توجه

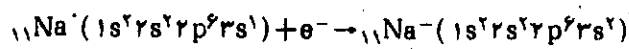
در مورد علامت انرژی الکترونیخواهی، در تمام منابع،

یکسان عمل نمی شود. یعنی برخی، مقدار انرژی الکترونیخواهی عناصری را که تمایل زیاد به جذب الکترون دارند (نیم واکنش احیای آنها گرماتر است)، مثبت در نظر می گیرند. در صورتی که در برخی از منابع، عکس آن در نظر گرفته می شود. یعنی برای عناصری که الکترونیخواهی آنها با جذب انرژی همراه است، مقدار انرژی الکترونیخواهی را مثبت فرض می کنند.

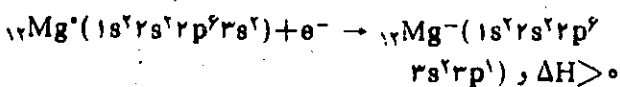
آنچه که مسلم است، این است که در محاسبات ترمودینامیکی، مقدار انرژی الکترونیخواهی عناصر (که با علامت  $\Delta H_{EA}$  نشان داده می شود)، در صورتی با علامت مثبت باید در نظر گرفته شود که نیم واکنش احیای آنها (رابطه ۱۲)، گرماگیر (یعنی  $\Delta H_{EA} > 0$ ) باشد. ولی در بررسیهای کیفی، هر یک از دو نوع



عنصر دوره دوم از الکترونیخواهی عنصر دوره سوم کمتر ( $\Delta H_{EA}$  بزرگتر) است. علت چنین رویدادی را این طور می توان توجیه کرد که در هر گروه، اتم عنصر دوره دوم از اتم دوره سوم کوچکتر و بار مؤثر هسته آن نیز، کمتر است. از اینرو، به هنگام اضافه شدن یک الکترون به لایه ظرفیت، دافعه الکتروستاتیکی بارهای منفی در درون اتم عنصر دوره دوم، افزایش بیشتری حاصل می کند و یا به عبارت دیگر، زودتر از الکترون اشباع می شود و وضعیت نا پایدارتری نسبت به اتم دوره سوم پیدا می کند. در نتیجه سطح انرژی آن بالاتر رفته و مقدار  $\Delta H$  واکنش الکترونیخواهی آن عدد بزرگتری می شود. علت منفی بودن  $\Delta H$  الکترونیخواهی فلزات قلیایی را می توان به وجود تراز الکترونی نیم پر ( $ns^1$ ) در لایه ظرفیت اتم آنها نسبت داد. زیرا، الکترون اضافه شده، در این تراز نیم پر قرار گرفته و تأثیر زیادی بر بالا رفتن سطح انرژی یون منفی حاصل، نمی گذارد. مثلاً در مورد سدیم، چنین عمل می شود:



علت مثبت بودن  $\Delta H$  الکترونیخواهی فلزات گروه قلیایی خاکی را می توان به وجود تراز پر شده ( $ns^2$ ) لایه ظرفیت و آرایش الکترونی نسبتاً پایدار اتم آنها نسبت داد، زیرا، الکترون اضافه شده، در تراز  $np$  لایه ظرفیت که سطح انرژی بالایی دارد، وارد می شود که این خود علاوه بر بالا رفتن سطح انرژی در یون حاصل، موجب از بین رفتن تقارن آرایش الکترونی و کاهش پایداری می شود، به طوری که  $\Delta H$  واکنش الکترونیخواهی اتم، دارای علامت مثبت خواهد شد. مثلاً در مورد منیزیم، خواهیم داشت:



علت مثبت بودن مقدار  $\Delta H$  الکترونیخواهی برای اتم نیتروژن و منفی بودن مقدار آن برای اتم فسفر را این طور می توان توجیه کرد که از یک طرف، کوچک بودن اتم نیتروژن موجب می شود تا بر اثر اضافه شدن یک الکترون به آرایش الکترونی آن، مقدار نیروی دافعه الکتروستاتیکی در درون اتم، به شدت افزایش یابد. از طرفی دیگر، وجود آرایش الکترونی کاملاً متقارن و وضعیت پایدار آن (یعنی ترازهای پر - نیم پر) در لایه ظرفیت اتم نیتروژن که با اضافه شدن یک الکترون از بین خواهد رفت، عاملی مهم دیگری است که شرایط نا مناسبی را برای اضافه شدن الکترون به اتم نیتروژن، به وجود می آورد. از اینرو، الکترونیخواهی اتم نیتروژن، نیم واکنشی گرماگیر و  $\Delta H$  آن مقداری مثبت خواهد بود. اما در مورد اتم فسفر، اگر چه مانند اتم نیتروژن، لایه ظرفیت دارای آرایشی کاملاً متقارن است و اضافه شدن یک الکترون به اتم خنثی که چنین آرایش پایداری را از بین خواهد برد، اصولاً نباید واکنشی گرمازا باشد. ولی برخلاف نیتروژن، اتم فسفر نسبتاً حجیم است

کلاری برمول، به دست می آید. بدیهی است در مواردی که آنیون شرکت کننده در ساختمان بلور دو ظرفیتی (مثلاً  $SO_4^{2-}$ ،  $CO_3^{2-}$ ...) باشد، با این روش مجموع مقادیر انرژیهای اولین و دومین الکترونیخواهی قابل محاسبه است. مقادیر انرژی الکترونیخواهی برخی از عناصر (بر حسب کیلوکلری برمول) در جدول ۲، گردآوری شده است.

جدول ۲ -  $\Delta H$  الکترونیخواهی عناصر اصلی (بر حسب کیلوکلری برمول).

$r_{He}$ +5/1	$\Delta H$						$r_{Ne}$ +6/1
	Li	Be	B	C	N	O	F
	-12/3	+57	-55	-29/3	+6/2	-22/8 (+168/3)	-77/0
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
	-12/6	+55	-11	-28/6	-18	-29/9 (+80/7)	-83/3
	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
	-10/6	+37/6	-8/0	-27/7	-18	-46/6	-77/6
	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
	-11/2	+30/1	-7/1	-28/8	-24/2	-56/6	70/6
	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At
	-10/9	+12	-12	-24/2	-22/2	-42	-65
	Fr	Ra					
	-10/5						

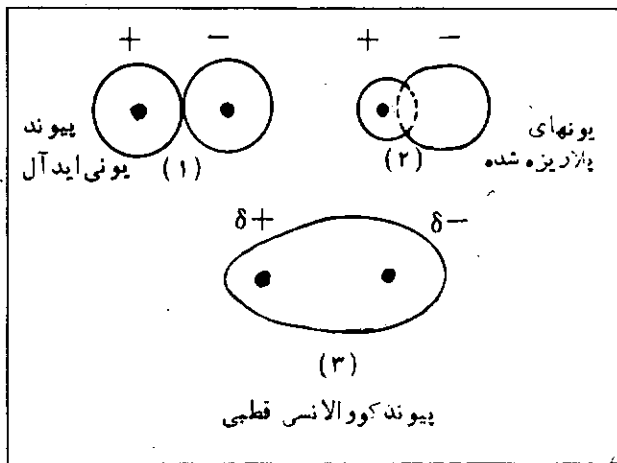
## توضیح

- در مورد اکسیژن و گوگرد، مقادیر داخل پرانتز مجموع اولین و دومین  $\Delta H$  الکترونیخواهی است.
- در مورد گازهای بی اثر، فلزات قلیایی خاکی، فرانسیم، گالیوم، پولونیم و استاتین، مقادیر داده شده، جنبه تئوری داشته و در مورد بقیه عناصر از طریق تجربی به دست آمده است.
- بر اساس داده های جدول ۲، کلر بیشترین الکترونیخواهی و بریلیم کمترین الکترونیخواهی را نسبت به اتمهای دیگر دارد.

## ۲-۲ توجیه روندهای تغییرات انرژی الکترونیخواهی اتمها

همان طوری که بر اساس داده های جدول ۲، می توان دریافت، در گروه فلزات قلیایی و گازهای بی اثر، الکترونیخواهی عنصر دوره دوم از الکترونیخواهی عنصر دوره سوم بیشتر است. علت را می توان در مورد فلزات قلیایی، این طور توجیه کرد که اولین عنصر گروه قلیایی نسبت به اولین عنصر گروههای دیگر شعاع بزرگتری دارد و تفاوت بار مؤثر هسته اولین عنصر گروه قلیایی (هلیم) نسبت به بار مؤثر هسته دومین عنصر این گروه، در مقایسه با این تفاوت در مورد گروههای دیگر، کمتر است. در مورد گازهای بی اثر، با توجه به اینکه نتایج حاصل جنبه تجربی ندارد، اظهار نظری نمی شود. در مورد عناصر اصلی گروههای دیگر، الکترونیخواهی

و تشکیل ترکیبات یونی پایداری را دارد. بر همین اساس است که ترکیبات یونی، عمدتاً ضمن واکنش هالوژن‌ها، اکسیژن و گوگرد (که الکترون‌خواهی نسبتاً زیادتری نسبت به غیر فلزات دیگر دارند) با فلزات فعال، به ویژه فلزات قلیایی و قلیایی خاکی (غیر از بریلیم) که تمایل زیادی به تشکیل کاتیون‌های پایدار دارند، به وجود می‌آید. البته در بسیاری از موارد، ممکن است، پیوند یونی حاصل، به صورت پیوند حد واسط (پیوند قطبی) در آید. به ویژه، در مواردی که اکنون حجیم و یا بار آن زیاد باشد و با اینکه، آنیون حاصل در مجاورت کاتیونی کوچک که دانسیته بار آن زیاد است، قرار گیرد. زیرا در چنین شرایطی، آنیون به شدت توسط کاتیون پلاریزه شده، پیوند بین آنها، همان‌طور که در شکل ۲، نشان داده شده است، از حالت یونی خالص (یونی ایدآل) خارج می‌شود.



شکل ۲- نمایش اثر پلاریزاسیون کاتیون در تبدیل پیوند یونی به پیوند کووالانسی

۴-۲ نقش الکترونخواهی در قدرت پیوند بین اتمها اصولاً، وقتی دو اتم یکستان، با تشکیل پیوند کووالانسی، با یکدیگر ترکیب می‌شوند، یکی از عوامل تعیین کننده قدرت پیوند بین آنها، توانایی هر یک از دو اتم برای قبول الکترون از اتم دیگر است. چنین توانایی و تمایلی در اتم برای قبول بار منفی و افزایش دانسیته این بار، بر اساس الکترونخواهی اتم معین می‌شود. از اینرو، الکترونخواهی اتم (X) ملاک قدرت پیوند آن در مولکول دو اتمی (X<sub>۲</sub>) است. بر همین اساس است که می‌توان ضعیفتر بودن پیوند F-F (با انرژی پیوندی ۳۷ کیلوکالری بر مول) را نسبت به پیوند Cl-Cl (با انرژی پیوندی ۵۸ کیلوکالری بر مول)، کاملاً توجیه کرد. زیرا، مطابق داده‌های جدول ۲، الکترونخواهی فلوئور از کلر کمتر است.

(شعاع اتمی نیتروژن برابر ۰/۷ در صورتی که شعاع اتمی فسفر برابر ۱/۱ آنگستروم است) و اضافه شدن يك الکترون به آرایش الکترونی آن، دافعه الکتروستاتیکی قابل توجهی در آن ایجاد نمی‌کند. به طوری که مجموع تأثیرات این دو عامل (آرایش الکترونی متقارن و حجم اتم) در مورد اتم فسفر، شرایط مناسبی را برای جذب الکترون توسط اتم فراهم می‌آورد. از اینرو الکترونخواهی اتم فسفر، نیم واکنشی گرمازا و  $\Delta H$  آن مقداری منفی خواهد بود.

در مورد مثبت بودن مقدار  $\Delta H$  الکترونخواهی دوم، در مورد اتمهای اکسیژن و گوگرد علت را می‌توان به دو عامل مربوط دانست:

(۱) وجود نیروی دافعه الکتروستاتیکی بین الکترون (که بار منفی دارد) و یون منفی O<sup>-</sup> یا S<sup>-</sup> که در مرحله اول الکترونخواهی تشکیل شده است، که از نزدیک شدن الکترون بعدی به این یونهای منفی، جلوگیری می‌کند.

(۲) افزایش میزان نیروی دافعه الکتروستاتیکی در یونهای O<sup>۲-</sup> و S<sup>۲-</sup> که در مرحله دوم الکترونخواهی تشکیل می‌شوند که موجب بالارفتن سطح انرژی این یونها و در نتیجه ناپایداری آنها (البته در حالت گازی) می‌شود.

بدیهی است که مثبت بودن مقدار  $\Delta H$  الکترونخواهی هلیوم (و به طور کلی گازهای بی‌اثر)، به وجود ترازهای پر لایه ظرفیت و آرایش الکترونی بسیار پایدار اتم آنها مربوط است که برای ورود الکترون اضافی، شرایط نامساعدی، محسوب می‌شود.

قابل توجه است که برخلاف شعاع اتمی، انرژی یونیزاسیون و الکترونگاتیوی اتم که در مورد عناصر اصلی هر گروه، با افزایش عدد اتمی، به طور کلی افزایش می‌یابد، الکترونخواهی اتم از چنین روندی پیروی نمی‌کند.

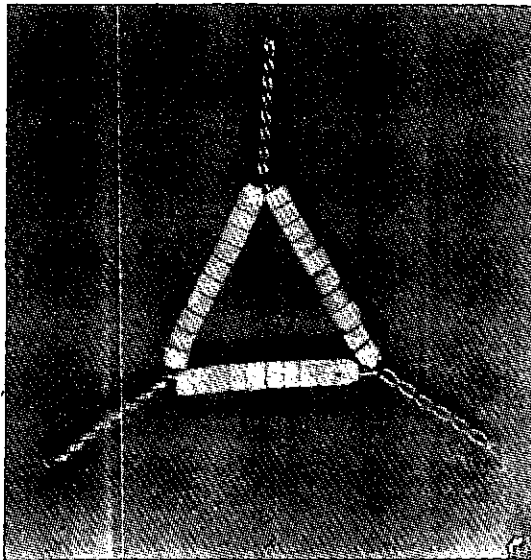
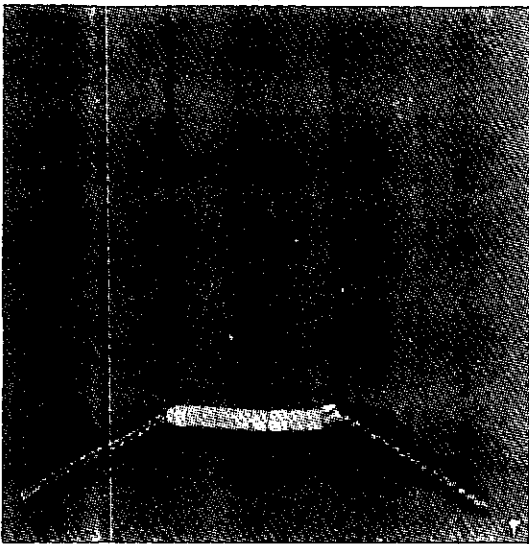
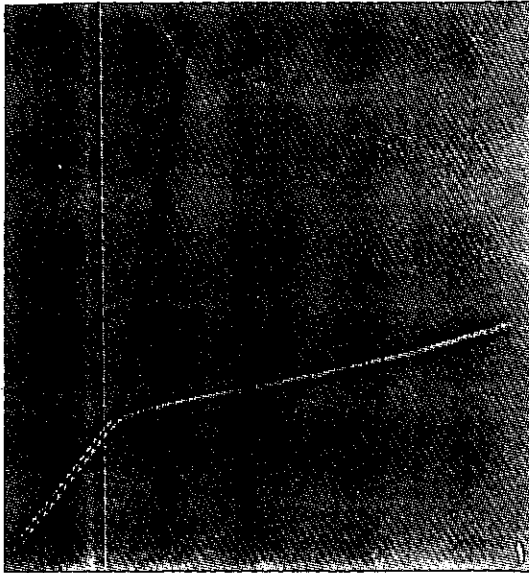
علت اینکه الکترونخواهی عناصر از دوره سوم به بعد، با افزایش عدد اتمی، به طور کلی در هر گروه کاهش می‌یابد، این است که اگرچه با افزایش عدد اتمی، مقدار بار مؤثر هسته نیز افزایش می‌یابد، ولی افزایش شعاع اتم، جاذبه هسته را بر لایه ظرفیت اتم، به حدی کاهش می‌دهد که تمایل آن به جذب الکترون از عنصری به عنصر بعدی در هر گروه، کمتر می‌شود.

۳-۲ نقش الکترونخواهی اتم در تشکیل پیوند یونی به طور کلی هر چه اتم غیر فلزی تمایل بیشتری به جذب الکترون داشته باشد، آنیون پایداری بیشتری تشکیل داده و می‌تواند در آن به وجود آوردن ترکیبات یونی شرکت کند. چون معیار توانایی و تمایل اتم غیر فلز به جذب الکترون و تشکیل آنیون پایدار، همان مقدار  $\Delta H$  الکترونخواهی آن است، پس می‌توان نتیجه گرفت که هر چه مقدار  $\Delta H$  الکترونخواهی اتم کوچکتر و به عبارت دیگر، الکترونخواهی آن بیشتر باشد، ضمن شرکت در واکنشهای شیمیایی تمایل بیشتری برای تبدیل شدن به آنیون

نا تمام

# دستور ساخت سلسله وسایل آزمایشگاه شیمی

از: م - ی - نوروزیان



## ۱- ساخت مثلث نسوز

الف: مثلث نسوز از جمله وسایل آزمایشگاهی است که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین تصمیم گرفته شد طرز ساخت یک نمونه آنرا با وسایل ساده در اینجا ذکر کنیم. قابل تذکر است که قطعات این وسیله در تمام نقاط ایران به وفور یافت می‌شود.

ب - وسایل مورد نیاز: ۱- مفتول فلزی (می‌توانید از سیم برق مفتولی (غیر افشان) با روپوش پلاستیکی) به قطر حدود ۲ میلی‌متر و طول ۶۰ سانتیمتر.

۲- دانه نسوز المنت کهنه سماور برقی (این دانه‌های از نوع مستعمل را، می‌توانید از تعمیرکاران سماورهای برقی بگیریید) ۳۰ دانه.

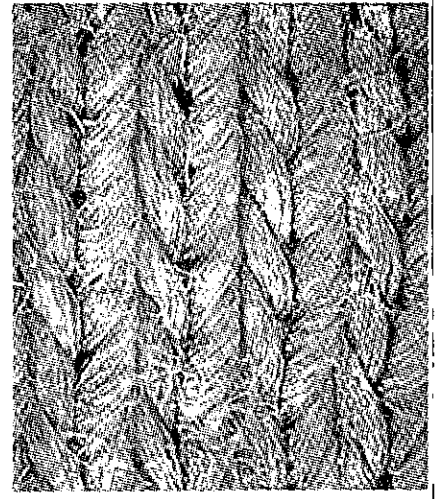
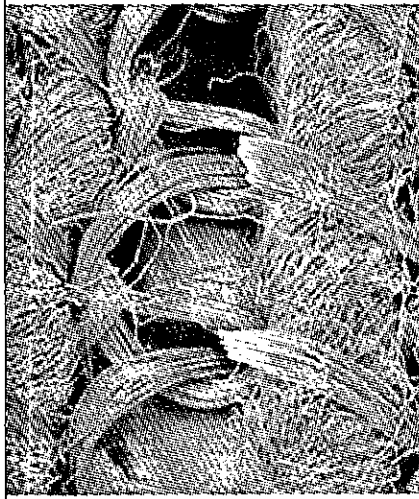
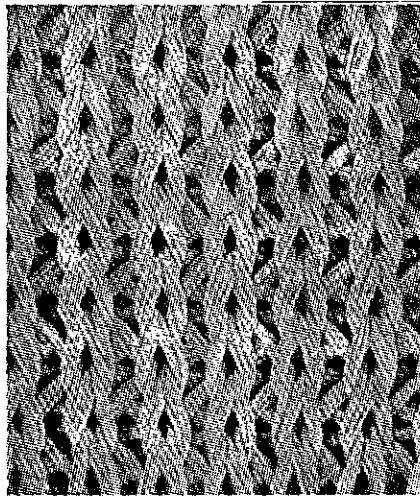
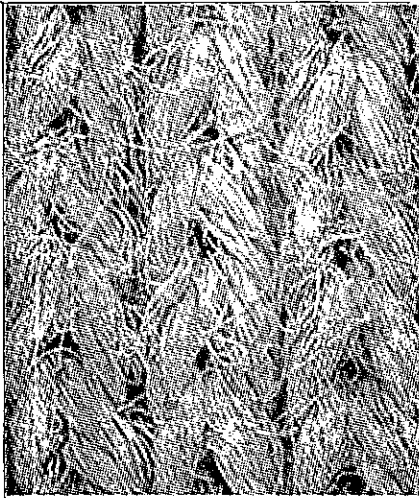
## ج- روش ساخت:

۱- مفتول را به سه قسمت ۲۰ سانتیمتر تقسیم کنید. روپوش پلاستیکی آنها را در آورید. دوتای آنها را مطابق شکل ۱ به هم دیگر ببیچید.

۲- ده عدد دانه نسوز در یکی از شاخه‌ها قرار دهید مفتول سوم را مثل شکل ۲ ببیچید:

۳- در هر شاخه ۱۰ عدد دانه نسوز قرار داده دو سر آنها را با هم دیگر ببیچید.  
شکل ۳





# الیاف سنتری

دکتر علی پورجوادی  
استادیار دانشگاه صنعتی شریف

## ۱- مقدمه

انسان برای پوشش خود از پارچه استفاده می‌کند. یعنی مجموعه‌ای از نخ که معمولاً در دو جهت عمود برهم از میان یکدیگر عبور داده شده‌اند. نخها از الیاف گیاهی یا حیوانی به دست می‌آیند. الیاف می‌بایست در هنگام نخ ریزی دارای طول کافی باشند تا بتوانند بر روی هم قرار گرفته تشکیل نخ منته، گرم و محکم را بدهند.

مهمترین الیافی که در ابتدا مورد استفاده قرار گرفت پشم و سپس کتان، پنبه و ابریشم بود. تا اواخر قرن نوزدهم، الیاف طبیعی به صورت تنها به کار می‌رفت، مهمترین آنها الیاف گیاهی و ساختمان اصلی آن سلولز است.

در سال ۱۸۸۵ به صورت صنعتی اولین پارچه مصنوعی که همراه با مشکلات بزرگ فنی بود ساخته شد. این پارچه از الیاف نیترات سلولز تهیه شده بود. الیاف نیترات سلولز خود در سال ۱۸۸۳ توسط «پراکونو» و «پلوز»<sup>۱</sup> تهیه و بعدها به صورت صنعتی توسط «شون بین»<sup>۲</sup> تولید شد.

در سالهای آخر قرن نوزدهم و اوائل قرن بیستم الیاف جدیدی که از مشتقات سلولز بود به نام ابریشم مصنوعی تولید

و همین محصول بعدها به نام «رایون»<sup>۳</sup> معروف شد. به دنبال آن رایون کاپروآمونیاکال، ویسکوز و استات سلولز تهیه گردید.

لازم به یادآوری است که در این دوره ساختمان الیاف منسوجات طبیعی نا آشنا بود، نتیجتاً اطلاعی در مورد شرایط نخ ریزی و بهبود کیفیت الیاف نساجی نمی‌توانست وجود داشته باشد. به همین دلیل است که پژوهشگران فنی تنها به سمت تهیه مشتقات سلولزی کشیده شدند تا بتوانند پس از حل کردن آن در حلالهای مناسب آنرا به صورت نخ‌ی که شبیه نخ ابریشم است در آورند.

امروزه ما می‌دانیم سلولز، درشت مولکول<sup>۴</sup> بلند نخ‌ی شکلی است که اسکلت آن در رایونهای مختلف حفظ شده و هم‌اکنون این الیاف غیر طبیعی (ولی تهیه شده از درشت مولکولهای موجود در مواد طبیعی) به نام الیاف مصنوعی نامیده می‌شوند.

همزمان با تهیه الیاف مصنوعی، بررسیهای وسیعی بر روی ساختمان مولکولی الیاف طبیعی و مصنوعی انجام گرفت که منبایی شد برای ایجاد رشته جدیدی از شیمی به نام شیمی

پذیری مطمئناً نقش اساسی را در کیفیت منسوجات ساخته شده از الیاف سنتزی بازی می‌کنند.

روشهای پراش اشعه X حداقل می‌تواند میزان بلورپذیری يك درشت مولکول (یعنی درصد ماده بلوری حاضر) را تعیین نماید. آزمایش نشان می‌دهد برای يك الیاف نساجی سنتزی خوب این مقدار بین ۵۰ تا ۷۵ درصد است.

کیفیت منسوجات به ابعاد نواحی بلوری و بی‌شکل نیز بستگی دارد. به نظر می‌آید که تعداد زیاد نواحی کوچک بلوری نقش مؤثرتری از نواحی گسترده بلوری دارد. با عمل کشیدن می‌توان این توزیع بلوری را انجام داد. عملیات تعیین‌کننده دیگری نیز وجود دارد، که اغلب به عنوان اسرار تولید نزد تولیدکنندگان محفوظ است با انجام این عملیات می‌توان به الیاف مختلفی که از نظر ریستگی کاربرد خوبی دارند رسید. کشیدن الیاف درشت مولکولی که به طور جزئی بلوری هستند در حین فرایند ریستگی به حالت مذاب<sup>۲</sup> صورت می‌گیرد. این کشیدن به نام کشیدن در سرما، نامیده می‌شود. اگرچه در بعضی حالات در دمای ۷۰ یا ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌گیرد، دمایی که همیشه به طور محسوسی از دمای فرایند ریستگی به حالت مذاب کمتر است. عمل کشیدن با رد کردن نخ از میان غلطک‌هایی که دارای سرعت‌های مختلف است انجام می‌گیرد. در این صورت میزان کشیدگی تا ۴۰۰ و حتی ۵۰۰ درصد خواهد رسید.

ب) اثر درجه بسیارش<sup>۴</sup> DP - درجه بسیارش نشان - دهنده طول درشت مولکول است به طور محسوسی روی خواص مکانیکی نخ تأثیر می‌گذارد. برای يك تکپاره<sup>۵</sup> معین استحکام بسیار آن با درجه بسیارش افزایش پیدا می‌کند. این افزایش برای مقادیر کم DP به مقدار زیاد بوده، هرچه مقدار DP بزرگتر می‌شود سرعت افزایش کمتر شده تا به يك حد معین برسد.

معمولاً خصوصیات الیاف نساجی در جرم‌های مولکولی بین ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ظاهر می‌شود، اما می‌دانیم که يك درشت مولکول از نظر جرم مولکولی همگن نبوده، وزن به دست آمده در حقیقت متوسط آماری جرم‌های درشت مولکول‌های مختلف بوده و منحنی توزیع آن ماکزیمم کم و بیش تیزی را نشان می‌دهد.

برای اینکه الیافی با کیفیت خوب داشته باشیم لازم است منحنی توزیع جرم مولکولی مربوطه به اندازه کافی تیز باشد، لذا روش بسیارش می‌بایست تریبی صورت گیرد که از پراکندگی زیاد مقادیر جرم مولکولی جلوگیری شود.

ج) اثر نظم فضایی زنجیرها - هر چه زنجیر درشت مولکول منظم‌تر باشد، استحکام نخ مربوطه افزایش می‌یابد. ولی بسیارش عملاً<sup>۶</sup> به مولکول‌هایی با ساختمان غیر منظم منتهی می‌شود. بدین ترتیب امکان زنجیربندی مختلفی از واحدهای تکرار شونده تکپار وجود خواهد داشت، به عنوان مثال حالت ساده تکپار وینیلی  $R-CH=CH_2$  را بررسی می‌کنیم. زنجیر-

درشت مولکول‌ها یا شیمی بسیار<sup>۵</sup>. این بررسیها شرایطی را فراهم کرد تا يك ماده بسیاری توانست به صورت نخ قابل ریستگی درآید. از این به بعد راه برای تهیه الیاف مصنوعی بیشتری باز شد، این الیاف مواد درشت مولکولی بوده، که به وسیله فرایندهای بسیارش<sup>۶</sup> افزایشی<sup>۶</sup> و بسیارش<sup>۶</sup> مرحله‌ای<sup>۶</sup> به دست می‌آیند و می‌توانند به صورت نخ درآمده و سپس بافته شوند.

## ۲- رابطه بین خصوصیات منسوجات و ساختمان مولکولی

تمام موادی که برای بافته شدن مناسب اند الیاف ساخته شده از درشت مولکول‌های يك بعدی (یا خطی) می‌باشند. این الیاف می‌توانند دارای ریشه گیاهی (مثل پنبه)، حیوانی (مثل پشم) یا حتی معدنی (مثل پنبه کوهی) باشند. البته شیشه که يك درشت مولکول سه بعدی است می‌تواند به حالت مذاب به صورت نخ درآمده سپس بافته شود. ولی این يك استثناء بیشتر نیست. همان‌طور که اشاره شد الیاف منسوجات سنتزی از درشت مولکول‌های طویل خطی به دست آمده‌اند، ولی این بدان معنی نیست که تمام مواد درشت مولکولی خطی لزوماً خصوصیات منسوجات را از خود نشان دهند، برای مثال متیل سلولز و کائوچو از درشت مولکول يك بعدی تشکیل شده‌اند ولی نمی‌توانند ریسیده شوند.

ابتدایی‌ترین کیفیتی که الیاف نساجی باید دارا باشند مقاومت مکانیکی بالاست. این مقاومت نتیجه عمل متقابل بین درشت مولکول‌ها می‌باشد. در این صورت لازم است زنجیرهای درشت مولکول به طور موازی و در حالت کاملاً معین در کنار هم قرار گرفته تا عمل متقابل جانبی آن حداکثر تأثیر را داشته باشد. به عبارت دیگر الیاف می‌بایست حالت بلوری خود را که در هنگام کشیدگی و نخ ریسی حاصل می‌شود نگهدارند. سایر خصوصیات که الیاف نساجی بایستی دارا باشند عبارت است از: مقاومت در مقابل آب و مواد شیمیایی، پایداری در مقابل گرما، رنگ‌پذیری و غیره.

در زیر به مواردی که نقش اساسی در تولید الیاف با کیفیت خوب دارد اشاره می‌شود.

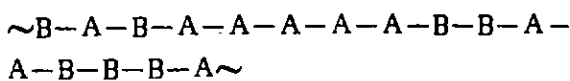
الف) بلورپذیری<sup>۱</sup> و کشیدگی در سرما - بررسیهای انجام شده توسط اشعه X بر روی الیاف طبیعی سلولزی نشان داده شده است که زنجیرهای درشت مولکولی در بعضی از قسمتهای طولش به طور منظم و موازی قرار گرفته‌اند. این قسمتها مربوط به نواحی منظم می‌باشد. زنجیرها در همه جا ترتیب منظم خود را نگه نداشته و می‌توان نواحی بی‌شکل<sup>۲</sup> را نیز پیدا کرد. بنا بر این در طول يك درشت مولکول نواحی بلوری شده و بی‌شکل متناوباً تکرار می‌شوند. بلورپذیری جزئی نیز برای الیاف سلولزی وجود دارد، این بلورپذیری کم و بیش زیاد در الیاف نساجی سنتزی وجود داشته و درجه بلور



ساختمان بی آرایش فقط زمانی می تواند به درشت مولکول، شبکه بلوری بدهد که گروههای R حجم کوچکی داشته باشند و بتوانند رویهم به لفتزند. ولی ساختمانهای تک آرایش وهم آرایش که بسیار منظم هستند حتی اگر گروههای R حجیم باشند می توانند درون شبکه به طور منظم قرار گیرند. بنابراین با استفاده از کاتالیزورهای معمولی بسیارش، به بسیارهای بی آرایش رسیده می شود. در صورتیکه ناسا با استفاده از کاتالیزورهای دیگری به نام فضا ویژه<sup>۱۸</sup> توانست بسیارهای تک آرایش با بلورپذیری زیاد به دست آورد که با دارا بودن خواص مکانیکی خوب در صنایع الیاف نساجی قابل استفاده خواهد بود. در این مورد می توان به عنوان مثال از الیاف تک آرایش پلی پروپیلن نام برد.

کاتالیزورهای فضا ویژه مورد استفاده معمولاً از تجمع ترکیبات آلی فلزی و یک هالید فلزی که اغلب موارد کلرید تیتان، کروم یا وانادیم است به دست می آید.

(د) کاربرد همبپاراش افزایشی<sup>۱۹</sup> و همبپاراش مرحله ای<sup>۲۰</sup> چنانچه در بسیارش افزایشی یا بسیارش مرحله ای از تکپارهای مختلف A و B استفاده شود همبپارای<sup>۲۱</sup> به دست می آید که زنجیر درشت مولکولهای آن از واحدهای تکرار شونده مختلف تشکیل شده است.



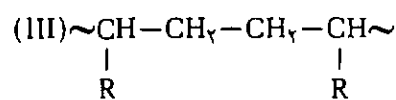
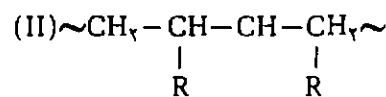
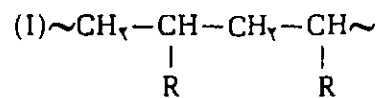
همبپار حاصله در اکثر موارد دارای خواص حد واسط دو بسیاری است که به صورت جداگانه از تکپارهای A و B ساخته شده است. از این در تولید الیاف سنتزی استفاده کرده با تغییر در طبیعت تکپارها و نسبت ترکیبی آنها الیافی تهیه می شود که از نظر خواص فنی بسیار متنوع است. از خواص فنی برای مثال می توان دمای نرم شدن (که نقش اساسی در نخ ریزی دارد) و قابلیت رنگرزی را نام برد.

### ۳- روشهای مختلف ریسندگی

واژه ریسندگی<sup>۲۲</sup> که برای الیاف طبیعی به کار برده می شود معرف به هم تابیدن الیاف کوتاه جهت تولید الیاف بلند و ممتد است. در صنایع جدید الیاف سنتزی نیز این واژه برای فرایند تولید رشته های بلند و ممتد استفاده می شود. سه فرایند عمده ریسندگی وجود دارد که عبارتند از: ریسندگی به حالت مذاب، ریسندگی به حالت خشک<sup>۲۳</sup> و ریسندگی به حالت مرطوب<sup>۲۴</sup>. در زیر توضیح مختصری در باره هر یک داده می شود.

الف) ریسندگی به حالت مذاب: این فرایند در واقع همان فرایند اکستروژن به حالت مذاب<sup>۲۵</sup> است. در این نوع ریسندگی بسیاری که در هنگام ذوب گرانروی<sup>۲۶</sup> بالایی دارد مثل پلی پروپیلن با استفاده از پمپ به حالت مذاب از رشته

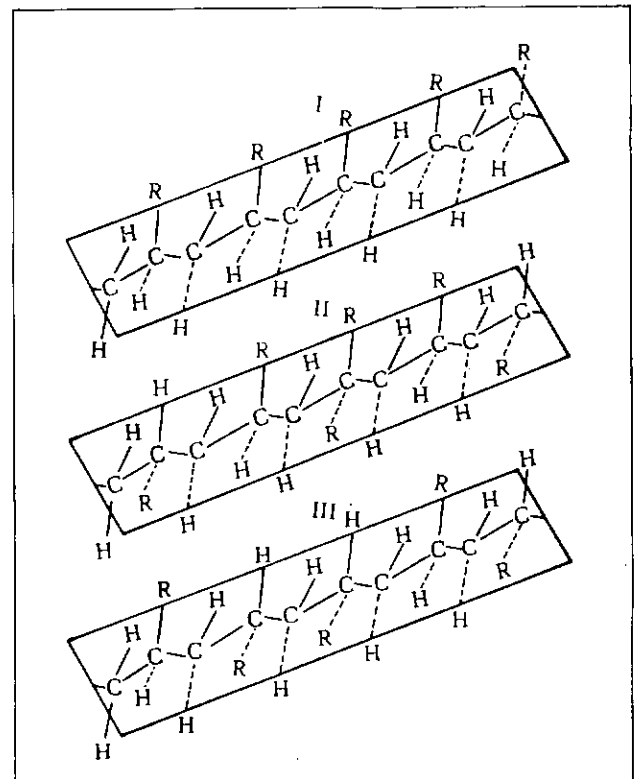
بندی ممکن است به صورت سر به دم (I)، سر به سر (II) یا دم به دم (III) صورت گیرد.



به علاوه در حالتی که بیشتر اتفاق می افتد یعنی سر به دم بر حسب این که گروههای R چگونه در فضا قرار گیرند سه همپار فضایی<sup>۶</sup> ممکن را به وجود می آورند.

نا تا<sup>۷</sup> برای به تصویر کشیدن این سه همپار صفحه ای را در نظر گرفت که زنجیر کربنهای اصلی در روی آن قرار گرفته اند و به صورت زیر آنها را نامگذاری کرد.

- بسیارهای تک آرایش<sup>۱</sup> - در این نوع همپاری گروههای جانبی R تماماً در یک صفحه قرار گرفته اند.  
- بسیارهای هم آرایش<sup>۲</sup> - در این نوع همپاری های جانبی R یک در میان بالا و پایین صفحه قرار گرفته اند.  
- بسیارهای بی آرایش<sup>۳</sup> - در این نوع همپاری گروههای جانبی R به صورت تصادفی در بالا و پایین صفحه قرار گرفته اند.



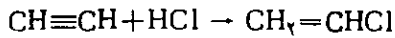
شکل ۱-۲ بسیارهای تک آرایش (I)، هم آرایش (II) و بی آرایش (III)

انواع الیاف سنتزی و روشهای تهیه آنها.

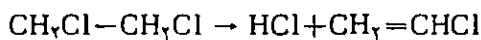
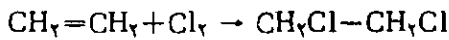
#### ۴-۱ الیاف حاصل از سپارش افزایشی

۴-۱-۱ الیاف پلی وینیلی

۴-۱-۱-۱ کلرید پلی وینیل (PVC) - کلرید پلی - وینیل از سپارش کلرید وینیل ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ) که خود به وسیله یکی از سه روش زیر تهیه می‌شود به دست می‌آید:  
الف) استیلن را در دمای ( $65^\circ\text{C}$ ) از روی سلول قلیایی محتوی ۱۲٪ اسید کلریدریک و ۴۰٪ مخلوط مساوی کلرید کلسیم و کلرید مس همراه با کاتالیزور عبور داده واکنش زیر انجام می‌گیرد:



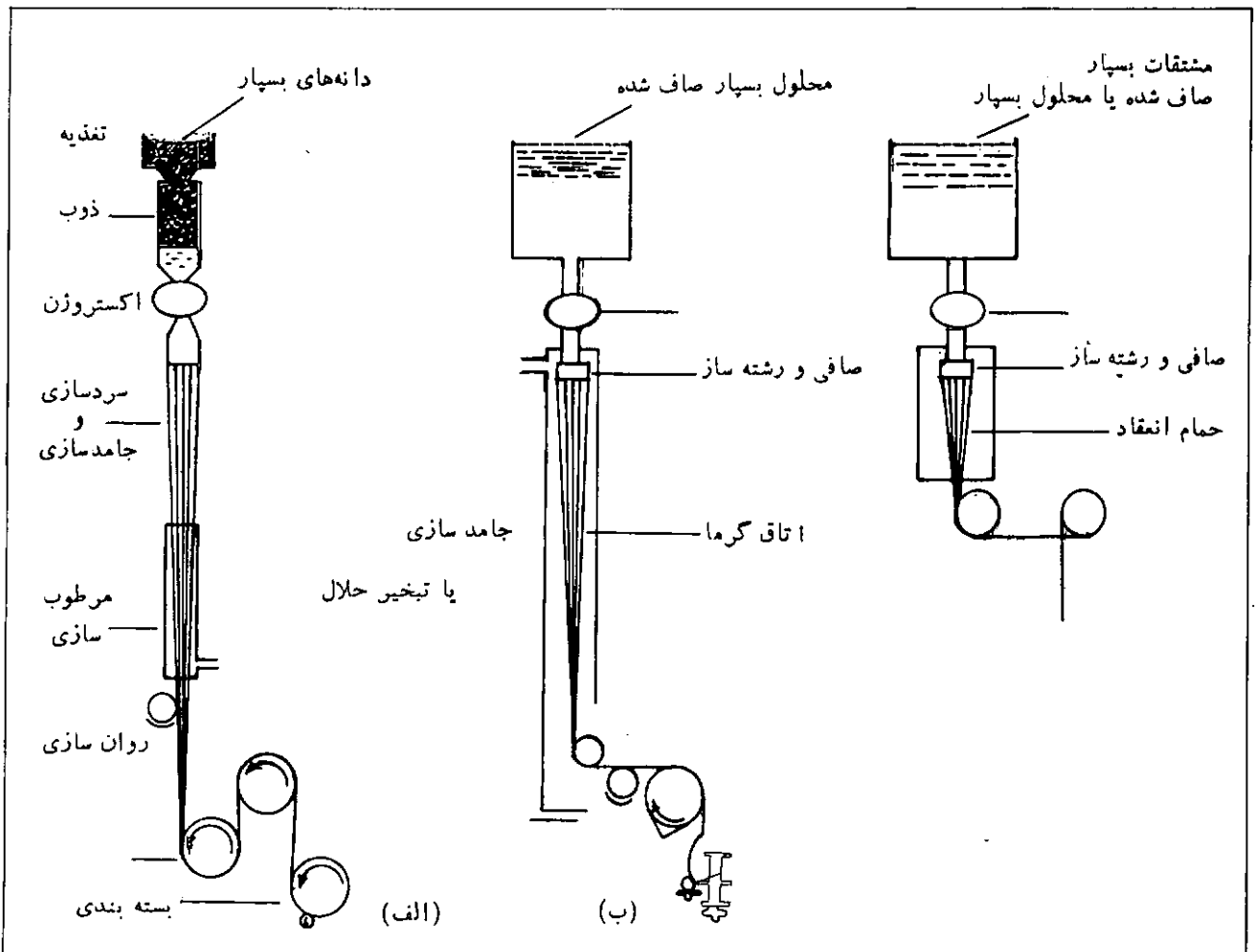
ب) می‌توان یک مولکول کلر را بر روی اتیلن اضافه نمود، سپس یک مولکول اسید کلریدریک را از دی کلرومتان حاصل برداشت. این عمل توسط کاتالیزور آلومین در  $370^\circ\text{C}$  انجام می‌شود.



ساز ۲۷ عبور داده می‌شود، سپس با عبور دادن جریان هوا رشته‌ها حالت جامدی به خود می‌گیرند.

ب) ریسندهی به حالت خشک: در این فرایند بسیار در یک حلال (به طوری که محلول گرانشوای به دست آید) حل می‌نمایند، سپس محلول را مانند روش قبل توسط پمپ به طرف رشته ساز هدایت می‌کنند، رشته‌های تولید شده برای تبخیر و جداسازی حلال از اتاق گرم عبور داده می‌شود.

ج) ریسندهی به حالت مرطوب: این فرایند شبیه فرایند ریسندهی به حالت خشک است با این تفاوت که برای جداسازی حلال، رشته‌های تولید شده را از طرفی که محتوی حلال امتزاج پذیر با حلال بسیار اولیه است عبور می‌دهند. بدین ترتیب حلال از رشته‌ها جدا شده پس از خشک کردن به حالت جامد در می‌آیند. لازم به تذکر است که در بعضی موارد از آب نیز می‌توان به عنوان حلال استفاده کرد، برای مثال چنانچه پلی‌آکریلونیتریل در متیل فرماید را از طرف محتوی آب عبور دهیم متیل فرماید با آب امتزاج پذیر بوده باعث جدا شدن حلال از پلی‌آکریلونیتریل می‌شود.



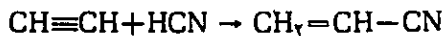
شکل ۳-۱ شمای سه نوع اصلی ریسندهی الیاف

(ج) ریسندهی به حالت مرطوب

(ب) ریسندهی به حالت خشک

(الف) ریسندهی به حالت مذاب

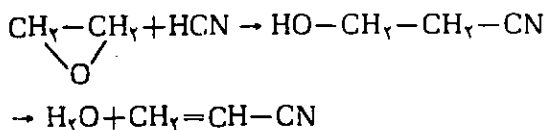
به روشهای صنعتی مختلف تهیه نمود. که از میان آنها سنتز مستقیم استیلن و اسید سیانیدریک اهمیت زیادی دارد. واکنش مربوط به این سنتز عبارتست از:



این واکنش در حضور کاتالیزور کلرید مس در محلول قلیایی انجام می شود. انحلال کم این نمک توسط کلریدهای قلیایی افزایش پیدا می نماید. واکنش در  $85^\circ\text{C}$  و در فشار ضعیف

( $1/05 \text{ Kg/Cm}^2$ ) انجام می گیرد: در این واکنش ۸ تا ۱۵ مول استیلن با یک مول اسید سیانیدریک ترکیب شده داندان ۸۵ تا ۹۵ درصد نسبت به استیلن و ۹۵ تا ۹۵ درصد نسبت به اسید سیانیدریک به دست می آید. محصول به دست آمده را در ظرف واکنش سرد کرده با آب جهت حذف آکریلونیتریل شستشو می دهیم.

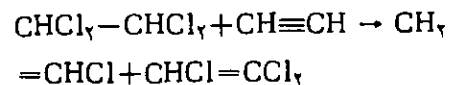
لازم به یاد آورید در حدود ۲۵ درصد آکریلونیتریل ساخته شده از ترکیب اسید سیانیدریک با اتیلن اکسید به دست می آید این واکنش همراه با آب زدایی  $30^\circ$  نیتریل الکل می باشد:



بسیار آکریلونیتریل معمولاً به حالت امولسیون در حضور کاتالیزورهای مختلف انجام می گیرد. بهترین نوع این کاتالیزورها به نظر می رسد سیستمهای اکسایش - کاهش  $21$  (ردوکس) باشد مانند سیستمهای سدیم پراکسی دی سولفات و سدیم بی سولفیت. برای اینکه بسیار تشکیل شده قابل استفاده باشد لازم است جرم مولکولی آن بین ۱۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰ باشد. از نظر نساجی زمانی که جرم مولکولی بین ۳۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ باشد بهترین حالت خواهد بود. پلی آکریلونیتریل به سختی بخود رنگ می گیرد، بدین سبب لازم است آن را به صورت همبسیار تهیه نمود. یکی از الیاف نساجی معروف اکریلان  $22$  است که از همبسیارش ۸۵٪ آکریلونیتریل، ۱۲٪ استات وینیل و ۳٪ وینیل پیریدین حاصل می شود. با استفاده از روشهای ریسندگی به حالت خشک و ریسندگی به حالت مرطوب از بسیار حاصله الیاف تهیه می شود. از میان حلالهای مختلفی که استفاده می شود دی متیل فرمسامید (DMF)  $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CO}-\text{H}$  مصرف بیشتری در صنعت ریسندگی دارد.

(ب) خواص و کاربرد: الیاف پلی آکریلونیتریل دارای مقاومت مکانیکی خوبی بوده و می تواند در مقابل پارگی به میزان ۳۵ تا  $1/15 \text{ Kg/mm}^2$  مقاومت کند: چگالی آن در حدود  $1/15$  بوده و به میزان کم رطوبت جذب می نماید، از این لحاظ به سرعت خشک می شود. الیاف آکریلیک به خوبی در مقابل باکتریها و حشرات مقاومت می کند، در مقابل حلالهای معمولی روغنها، چربیها اسیدهای معدنی، بازهایی که زیاد غلیظ نیستند، نمکهای

(ج) بالاخره از واکنش تراکلرو اتان با استیلن در حضور نمک مس و کربن فعال، کلرید وینیل به دست خواهد آمد.



به وسیله تقطیر جزء به جزء کلرید وینیل از تری کلرید اتیلن که به طور همزمان به دست آمده جدا خواهد شد.

بسیار کلرید وینیل که در دما و فشار معمولی به صورت گازی شکل می باشد به روشهای مختلف انجام می گیرد: اولین روش عبارتست از مایع کردن تکپار تحت فشار و سپس بسیارش آن به روش «روی توده تکپار»  $28$  در حضور یکی از کاتالیزورهای پراکسید. (روشهای دیگر بسیارش مانند بسیارش به حالت امولسیون نیز برای بسیار کردن کلرید وینیل قابل استفاده است). زمانی که از روش بسیارش در محلول استفاده کنیم پلی وینیل - کلرید حاصله به صورت پودر سفید و زمانی که روش بسیارش به حالت امولسیون به کار رود محصول به دست آمده دانه ای خواهد بود. جرم مولکولی بسیار حدود ۱۵۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰ و چگالی آن حدود  $1/4$  خواهد بود. این بسیارش برای مدت های زیاد به عنوان ماده گرمانرم  $29$  بدون بو و غیر قابل اشتعال مورد استفاده قرار می گرفت. اولین قدمی که برای تهیه الیاف از این بسیار برداشته شد با شکست مواجه گردید زیرا غیر ممکن است بتوان آنرا در حالت ذوب به صورت نخ درآورد، لذا سعی شد حلال مناسبی برای آن تهیه شود. حلال اختیار شده عبارت بود از مخلوط دی سولفید کربن  $\text{CS}_2$  و استون. بدین ترتیب طبق روش «ریسندگی به حالت خشک» مخلوط غلیظ شده و پلی کلرید وینیل حلال خود را از دست داده و بسیار تحت تأثیر کششی به صورت الیاف درمی آید. از خواص جالب این الیاف تأثیر ناپذیری آن در مقابل آب و رطوبت می باشد به طوری که استحکام خوبی در مقابل این شرایط از خود نشان می دهد کلرید پلی وینیل در مقابل ترکیبات مختلف شیمیایی نیز مقاومت خوبی نشان می دهد. از این نوع الیاف در تهیه البسه و مخصوصاً روپوش کار در صنایع شیمیایی استفاده می شود.

۴-۱-۱-۲ کلرید پلی وینیل کلردار شده: کلرید پلی وینیل را در  $100^\circ\text{C}$  با کلروفرم و تراکلرید کربن مخلوط می کنیم، کلر یا بسیار ترکیب شده بر روی زنجیر آن قرار می گیرد. از این لحاظ در طول زنجیر اتمهای کلسر با اتمهای هیدروژن جایگزین می شوند. در این جا نیز محلول استونی این بسیار کلردار شده را طبق روش ریسندگی به حالت خشک به صورت نخ در می آورند. این الیاف نیز در مقابل آب، اسیدها، قلیاها، روغن، باکتریها، و نور خورشید مقاوم بوده و غیر قابل اشتعال می باشد.

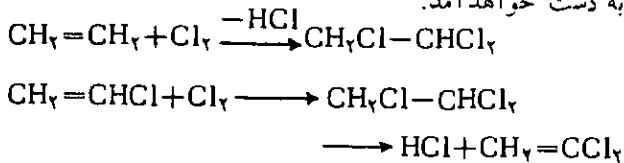
#### ۴-۱-۲ پلی آکریلونیتریل

(الف) طرز تهیه: پلی آکریلونیتریل از بسیارش اکریلونیتریل  $\text{CH}_2=\text{CHCN}$  به دست می آید. این تکپار را می توان

می‌توان با استفاده از کاتالیزورهایی از نوع ردوکس سرعت آنرا زیاد نمود.

آکریلونیتریل ده بار سریعتر از کلرید وینیل بسیار می‌شود بنابراین لازم است آکریلونیتریل را در طول واکنش کم کم اضافه نمود به نحوی که همواره با نسبت معین در عمل همبپاراش شرکت نماید. سپس همبپار به دست آمده را در استون حل کرده (محلول ۲۵٪) طبق روش ریسندهی به حالت خشک یا مرطوب (با داخل کردن آن در آب) به صورت نخ درمی‌آورند. بالاخره نخ در  $150^{\circ}\text{C}$  کشیده می‌شود. مقاومت آن در مقابل پارگی برابر  $50\text{Kg/mm}^2$  و چگالی آن حدود  $1/3$  است. در دمای معمولی وینون N به مقدار خیلی کم آب را جذب می‌نماید. ولی این جذب با زیاد شدن دما افزایش می‌یابد. به طوری که در  $90^{\circ}\text{C}$  آن اندازه آب جذب می‌کند که بتوان آن را به کمک رنگهای اسیدی یا بازی رنگ نمود. از این الیاف چه به صورت تنها و چه به صورت مخلوط با پشم یا پنبه در تهیه روتختی و لباسهای زیر استفاده می‌شود.

۱-۳-۳-۳ همبپار کلرید وینیل-کلرید وینیلیدن: کلرید وینیلیدن از ترکیب کلر با اتیلن یا کلرید وینیل به دست می‌آید. در مرحله نخست اتان تری کلرید تولید می‌شود که در مرحله بعد با حذف یک مولکول اسید کلریدریک، کلرید وینیلیدن به دست خواهد آمد.



اسیدگیری یا به وسیله آب آهک در  $75^{\circ}\text{C}$  و یا به کمک کاتالیزور (سیلیس، نمک مس یا آهن) در  $400^{\circ}\text{C}$  عملی می‌شود. کلرید وینیلیدن چه به حالت امولسیون و چه به حالت تعلیقی خیلی به راحتی بسیار می‌شود ولی بسیار حاصله کیفیت لازم برای تهیه الیاف نساجی را از خود نشان نمی‌دهد. به همین خاطر است که آنرا به صورت همبپار، به خصوص با کلرید وینیل مورد استفاده قرار می‌دهند.

در آمریکا این همبپار تحت عنوان ساران<sup>۲۹</sup> تولید شده به طوری که کلرید وینیلیدن جزء اصلی آنرا تشکیل می‌دهد. مورد استفاده‌ترین نوع ساران در نساجی همبپاری شامل ۸۵٪ کلرید وینیلیدن و ۱۵٪ کلرید وینیل است. نخ رسی آن به وسیله عمل اکستروژن در  $170^{\circ}\text{C}$  انجام می‌گیرد. نخ را به سرعت سرد کرده تا حالت خود را حفظ نماید سپس آنرا در سرما به میزان ۳۰۰٪ کشیده تا مقاومت آن در مقابل پارگی  $40\text{Kg/mm}^2$  تا  $60\text{Kg/mm}^2$  افزایش یابد. چگالی نخ حدود  $1/7$  می‌باشد. نخ ساران برای تهیه تور ماهیگیری، تور مخصوص کابلها و طناب مورد استفاده قرار می‌گیرد. چون مقاومت آن در مقابل ساییدگی زیاد است لذا می‌توان در تولید پارچه‌های مخصوص روکش صندلی اتومبیل از آن استفاده نمود. در فرانسه الیافی

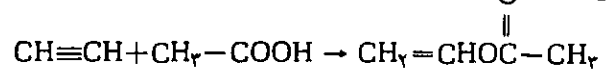
خشتی و بعضی از نمکهای اسیدی مقاومت خوبی دارد. چنین خواصی به الیاف آکریلیک کاربردهای زیادی به خصوص در زمینه تولید البسه و وسایل ورزشی می‌دهد. الیاف آکریلیک اغلب به صورت مخلوط با الیاف طبیعی به خصوص پشم و یا سایر الیاف سنتزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ج) نامهای تجاری الیاف آکریلیک در کشورهای مختلف؛ در آمریکا ارلون<sup>۳۳</sup>، آکرلان، X-۵۱. در آلمان دولان<sup>۳۴</sup>، ردون<sup>۳۵</sup>، بان<sup>۳۶</sup>. در هلند N-۵۳ و در فرانسه کریلور<sup>۳۷</sup>

#### ۴-۱-۳ همبپارهای وینیلی و آکریلیک

همبپارهای وینیلی و آکریلیک متعددی ساخته شده است که از نظر نساجی دارای خواص خوبی می‌باشند. به خاطر حلالیت خوبی که دارند می‌توان از روشهای مختلف ریسندهی به حالت خشک، مرطوب و یا مذاب استفاده نمود. الیاف تهیه شده به خوبی قابل رنگرزی می‌باشد.

۱-۳-۱-۴ همبپار کلسرید وینیل - استات وینیل: استات پلی وینیل عملاً نمی‌تواند به عنوان الیاف نساجی مورد استفاده قرار گیرد، زیرا در برابر آب بسیار حساس است. برعکس همبپارش استات وینیل با کلرید وینیل منتهی به همبپاری می‌شود که می‌توان از آن الیاف نساجی خوبی تهیه کرد. تکپار استات وینیل از اضافه کردن اسید استیک بر استیلن به دست می‌آید.



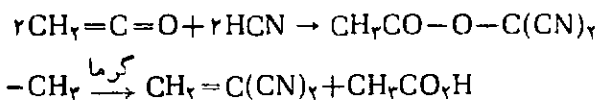
از همبپارش ۸۵٪ کلرید وینیل با ۱۵٪ استات وینیل الیافی شبیه الیاف کلرید پلی وینیل به دست می‌آید که به خاطر حل پذیر بودن آن در استون در ریسندهی آن از روش ریسندهی به حالت خشک استفاده می‌شود. خواص مکانیکی این الیاف با کشیدن آن در سرما بهتر شده طول آنرا دو برابر می‌کند. در این حالت مقاومت آن در برابر پارگی به  $40\text{Kg/mm}^2$  می‌رسد: چنین الیافی به نام وینون<sup>۲۸</sup> معروف است و در مقابل اسیدها، قلیاها و الکلها مقاوم است. برعکس در استون، انزو حلالهای کلردار متورم و حتی حل می‌شود.

۱-۳-۱-۴ همبپار کلرید وینیل - آکریلونیتریل: پس از تهیه وینون HH پژوهشگران در صدد تهیه همبپارش شدند که بتواند باز هم خواص نساجی بهتری را به خصوص در مقابل آب جوش از خود نشان دهد. از این لحاظ در سال ۱۹۳۶ همبپاری از مخلوط ۶۰٪ کلرید وینیل و ۴۰٪ آکریلونیتریل به نام وینون N (که طبق روش ریسندهی به حالت خشک تهیه شد) به فروش رفت. همبپارش این دو تکپار به حالت امولسیون انجام می‌گیرد و در حالیکه سایر ترکیبات وینیلی و آکریلیک به سرعت بسیار یا همبپار می‌شوند، همبپارش کلرید وینیل و آکریلونیتریل به آرامی انجام می‌گیرد. البته

در آمریکا الیافی از این بسیار ساخته می شود (با نسام تجارتي PF) که در مقابل گرما از پلی کلرید و بنیل مقاوم تر بوده و به حالت مذاب می تواند به صورت نخ درآید. این الیاف مقاومت مکانیکی زیادی از خود نشان می دهد که علت آن بدون شک به خاطر تشکیل پیوند هیدروژن بین اتمهای هیدروژن یک زنجیر با اتمهای فلوئور زنجیر مجاور می باشد. آزمایشهای مشابهی برای استفاده از پلی فلوئورید و بنیلیدن به عنوان الیاف نساجی انجام شده است.

$$\sim \text{CH}_2 - \text{CF}_2 - \text{CH}_2 - \text{CF}_2 - \text{CH}_2 - \text{CF}_2 - \text{CH}_2 \sim$$
 در حال حاضر در همبسیارشان بیشتر فلوئورید و بنیلیدن به کار می رود. در شوروی هم بسیار فلوئورید و بنیلیدن و آکریلو-نیتریل تحت نسام فتورلون<sup>۴۵</sup> به بازار عرضه می شود. این همبسیار در برابر گرما تا  $300^\circ\text{C}$  بسیار پایدار بوده و در الکترونیک کاربرد زیادی دارد.

۱-۴-۳-۲ پلی سیانید و بنیلیدن: سیانید و بنیلیدن طبق واکنشهای زیر از ستن  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$  به دست می آید.



سیانید و بنیلیدن حاصله بسیار شده زنجیر زیر را می دهد:

$$\begin{array}{c} \text{CN} \quad \quad \quad \text{CN} \quad \quad \quad \text{CN} \\ | \quad \quad \quad | \quad \quad \quad | \\ \sim \text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2 \\ | \quad \quad \quad | \quad \quad \quad | \\ \text{CN} \quad \quad \quad \text{CN} \quad \quad \quad \text{CN} \end{array}$$

این بسیار می تواند به خوبی به صورت نخ درآید. در ایالات متحده الیافی به نسام دارلان<sup>۴۶</sup> از بسیار سیانید و بنیلیدن و یا با احتمال بیشتری از همبسیار سیانید و بنیلیدن و کلرید و بنیلیدن تهیه می شود.

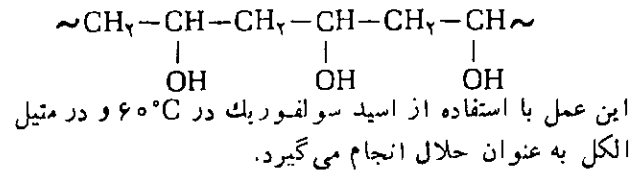
**دنباله دارد**

- (۱) Braconnot and Pelouze (۲) Schonbein
- (۳) rayonne (۴) macromolecule
- (۵) macromolecular or polymer chemistry
- (۶) addition polymerization
- (۷) step - wise polymerization
- (۸) crystallinity (۹) amorphous
- (۱۰) melt spinning (۱۱) degree of polymerization
- (۱۲) monomer (۱۳) stereoisomer (۱۴) Nata
- (۱۵) isotactic polymers (۱۶) syndiotactic polymers
- (۱۷) atactic polymers (۱۸) stereospecific
- (۱۹) addition copolymerization
- (۲۰) step - wise copolymerization (۲۱) copolymer
- (۲۲) spinning (۲۳) dry spinning
- (۲۴) wet spinning (۲۵) melt extrusion
- (۲۶) viscosity (۲۷) spinneret
- (۲۸) mass polymerization (۲۹) thermoplast
- (۳۰) dehydration
- (۳۱) oxidation - reduction systems (۳۲) acrilan
- (۳۳) orlon (۳۴) dolan (۳۵) redon
- (۳۶) pan (۳۷) crylor (۳۸) vinion HH
- (۳۹) saran (۴۰) clorène (۴۱) saniv
- (۴۲) vinilon (۴۳) kuralon (۴۴) kuravilon

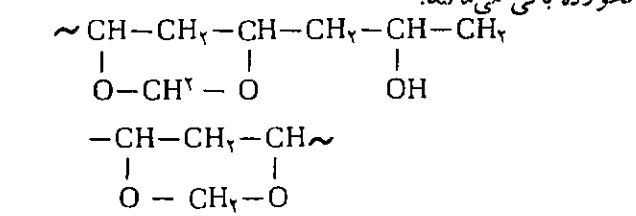
شبه ساران به نام کلورن<sup>۴۰</sup> تولید می شود. لازم به تذکر است کلرید و بنیلیدن همچنین می تواند با آکریلو نیتریل و یا آکریلات اتیلن همبسیار شود که به ترتیب الیاف نساجی اولی در روسیه به نام سانیف<sup>۴۱</sup> و دومی در آلمان به نام الیاف PC<sup>۴۲</sup> معروف است.

**۴-۱-۴ مشتقات مختلف پلی وینیلی**

۱-۴-۱-۲ پلی وینیل فرمال: نه تنها از مشتقات کلرید. پلی وینیل بلکه از مشتقات پلی وینیل الکل نیز می توان الیاف نساجی تهیه کرد. وینیل الکل  $\text{CH}_2=\text{CHOH}$  ماده ای ناپایدار بوده فوراً به آلدئید  $\text{CH}_2-\text{CHO}$  همپار می شود. پلی وینیل الکل را نمی توان از بسیارش مستقیم تکپار به دست آورد، بلکه آنرا از ترکیب استات پلی وینیل با آب تهیه می نمایند.

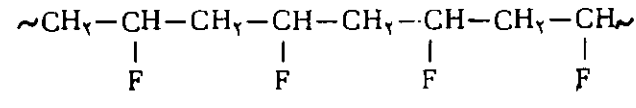


پلی وینیل الکل در آب متورم شده سپس حل می شود. محلول را قبل از انعقاد، توسط محلول غلیظ نمکی به صورت نخ درمی آورند. برای اینکه نخ به دست آمده عملاً قابل استفاده باشد می بایست در مقابل آب حساس باشد. لذا آنرا با آلدئید فرمیک ترکیب نموده، پلی متیلنی بین بعضی از عاملهای هیدروکسیل تشکیل شده، سایر عاملهای هیدروکسیل به صورت زیر، دست نخورده باقی می ماند:



پلی وینیل فرمال حاصله خواصی شبه سایر الیاف وینیلی دارد، چگالی آن حدود  $1/2$  و مقاومت آن در برابر پارگی برابر ۵۰ تا  $60\text{ Kg/mm}^2$  و کشیدگی الاستیک آن به میزان ۱۰٪ می باشد. الیاف پلی وینیل فرمال مقاومت زیادی در برابر ساییدگی از خود نشان می دهد این الیاف به مقدار زیاد در ژاپن به نامهای وینیلون<sup>۴۲</sup>، کورالون<sup>۴۳</sup> و کوراولون<sup>۴۴</sup> تولید می شود.

فلوئورید ۱-۴-۲-۴ پلی وینیل و فلوئورید پلی وینیلیدن: در میان بسیاری از بسیارهای وینیلی که تا کنون تهیه شده برخی از کیفیت نساجی ممتازی برخوردار می باشند. از میان آنها مشتقات فلوئوردار چشم گیر تر است. فلوئورید وینیل  $\text{CH}_2=\text{CHF}$  که از ترکیب اسید فلوئوریدریک با استیلن به دست می آید می تواند در حضور کاتالیزور بنزوئیل بسیار شده زنجیر زیر را تولید کند.





# اثرات رنگهای خوراکی مصنوعی بر بدن

محسن انتظاری مقدم

تاریخچه: تا سال ۱۸۵۰ فقط رنگهای طبیعی شناخته شده بودند که از رستنی‌ها و جانوران یا از مواد معدنی به دست می‌آمدند، مانند نیل که در گیاه به صورت گلوکوزید اندوکسیل (Glucosid Indoxyl)<sup>۱</sup> (اندیکان Indican) وجود دارد یا روناس که در ریشه روناس به صورت گلوکوزید یافت می‌شود. از برخی چوبها رنگ سیاه (هما تین Hematein) به دست می‌آمد. از نوعی حلزون رنگ ارغوانی (دی برمید - اندیگو Indigo dibromid)  $C_{16}H_8N_2O_2Br_2$  به دست می‌آمد که برای ۱/۵ گرم آن ۱۲۰۰۰۰ حلزون به کار می‌رفت. رنگ سرخ کوشنیل (cochenile) از نوعی شته ساده گرفته می‌شد. رنگ‌های معدنی را به وسیله چاپ کردن رنگ به کمک مواد پروتئین روی الیاف می‌نشانند. امروزه رنگ قهوه‌ای و زیتونی را روی الیاف از این راه تولید می‌کنند که الیاف را با نمک‌های کروم یا آهن آغشته می‌کنند و آنرا بخار می‌دهند و با قلیایی‌ها مجاور می‌کنند تا هیدروکسید روی الیاف تثبیت شود در سال ۱۸۴۹ اسید پیکریک در رنگ‌رزی ابریشم به کار رفت. در سال ۱۸۵۶ پرکین، رنگ بنفش موئین (Moveine) را ساخت (رنگ قلیایی گروه آزین Azin) در سال ۱۸۷۶ ویت (Witt) رنگ کری‌زوئیدین (Chrysoidin) را ساخت و سال ۱۸۷۰ سال پیدایش نیل بود. در سال ۱۹۰۱ رنه بون (Rene Bohn) رنگ‌های اندانترن (Indanthren) را ساخت و در سال ۱۹۱۳ رنگ‌های نفتول آ-اس و در سال ۱۹۲۰ رنگ‌های فتالو سیانین (Phetalo cyanine) ساخته شد.

یا ازوکسی (azoxy)  $-N=N-O$   
 $>C=N$ ،  $>CO$ ،  $-NO_2$ ،  $-NO$ ،  $>C=C<$   
 $CS-S-C$ ،  $>C=S$   
 به تنهایی ماده رنگی نیستند و به گروه‌های رنگ پار (اوکسو-کروم) (oxochrome) نیازمند است مانند بنیان آروماتیکی که به یک گروه آمین که کمی بازی است متصل است یا اینکه گروه هیدروکسیل متصل به حلقه آروماتیکی که کمی اسیدی است و امکان می‌دهد که مولکول رنگ روی الیاف قرار بگیرد. مثال: گروه  $-N=N-$  یک گروه رنگ ساز است و ترکیب  $C_6H_5-N=N-C_6H_5$  فرم سز رنگ است ولی اجسام را رنگ نمی‌کند ولی در اثر وارد شدن گروه آمین  $C_6H_5N=N$

## «سکانیسم تشکیل رنگ»

ترکیب‌هایی که بتواند طول موج‌های نور مرئی (۴۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ نانومتر) را جذب کند رنگی به نظر می‌رسند. رنگی که جذب می‌شود مکمل رنگی است که به چشم می‌خورد یعنی وقتی رنگ بنفش جذب شود جسم به رنگ زرد سبزگون دیده می‌شود. معمولاً اجسامی که در مولکولشان پیوندهای  $\pi$  داشته باشد (حالت سیر نشدگی) توانایی جذب نور را دارند. هر چه الکترون فعالتر باشد در طول موج بالاتری جذب دارد. به نظر ویت (Witt) رده‌های مواد رنگی گروه‌های معینی از آنها را در مولکول خود دارند که گروه‌های رنگ ساز کروموفور (chromophore) نامیده می‌شود. مانند آزو (azo)،  $-N=N-$

گرفته نشده باشد) که در بازارهای دنیا فراوان است به همان صورت طبیعی و رنگ نشده عرضه شود دیگر خواهان و خریداری پیدا نخواهد کرد پس می بینیم که چشمها هم غذا می خواهند و باید پذیرفت که رنگ و روی و نمای آراسته و دلپذیری مواد خوراکی، نقش بزرگی در مطلوبیت آن بازی میکند. اما آیا باید اجازه داد که به هر ماده غذایی هر رنگی به هر مقدار زده شود؟ خیر، زیرا این رنگها هیچگونه ارزش غذایی ندارند و اصولاً از به کار بردن رنگ در مواد غذایی به استثنای موارد ضروری و آنهم از رنگهای مجاز باید دوری جست و همانطوریکه در کشورهای پیشرفته معمول است نباید اجازه داد که به مواد اولیه و مصالح اصل غذا رنگ زده شود. واضح است همینکه بخواهیم جسم بیگانه ای مانند رنگ را به خوراک بیفزاییم مسئله مشکوک نبودن آن پیش می آید و از نظر زهرشناسی باید دانست که رنگی حتی اگر دارای اجزائی که سرطانزا بودن آنها به یقین شناخته شده است مانند بتانفتل آمین، بنزیدین تولوئیدین و غیره نباشد و هر چند هر يك از اجزاء مشکله رنگ که در ارگانسیم یا در محیط غذایی امکان جدا شدنشان از مولکول اصلی برود دارای گروههای سولفونیک که خاصیت حل شونده گی به رنگ می بخشد و از سمیت و خاصیت سرطان زایی آن می کاهد باشند ولو آنکه رنگ عاری از هر نوع ناخالصی بوده باشد مع الوصف این مطلب برای مشکوک نبودن و انتخاب آن به عنوان رنگ خوراکی کافی نخواهد بود و به این محکها و معیارها باید آزمایشهای طولی المدت بر روی حیوانات را (خوراکی و تزریقی) بیفزاییم، سپس ملاحظه می شود با مطالعاتی چنین عمیق که مستلزم صرف وقت و تحمل هزینه هنگفت بوده است که موجب انتخاب رنگهای مجاز خوراکی گردیده است لیکن باید توجه داشت که مجاز شناخته شدن همین رنگها نیز ارزش و اعتبار دائمی ندارد زیرا مطالعه و تحقیق درباره رنگهای خوراکی در مراکز علمی و صنعتی پیوسته دنبال میشود و این مطالعات ممکن است اطلاعات جدیدی را به ما عرضه دارد که گاهی نتایج به طور کلی با قبل فرق دارد. برای مصون داشتن مردم از عواقب زیان آور ممکنه در سال ۱۹۴۹ بر اثر پیشنهاد A. Butenandt یک کمیسیون علمی به وجود آمد که امروزه به نام «انستیتوی تحقیقاتی و کمیسیون علمی رنگ» نامیده میشود و مأمور شد تعیین نماید چه اصولی بسایستی در رنگ کردن مواد غذایی مراعات شود تا لطمه ای به سلامتی مردم وارد نیاید. کمیسیون مذکور در سال ۱۹۵۵ بدین صورت اظهار کرد که مصونیت مردم از عواقب زیان بخش ناشی از خوردن موادی که افزوده می شود یعنی با رعایت اصل «همه چیز مجاز است جز موادی که منع شده است» نمی تواند تأمین شود از این جهت پیشنهاد نمود که با صدور لیست مجاز تنها استفاده

$C_6H_4-NH_2$  - ترکیب آزوبنزن درست می شود که يك رنگ است و می تواند به صورت نمک در آید و ترکیبهایی که دارای گروه رنگ ساز و يك ریشه آروماتیکی است بی آنکه گروه رنگ یار داشته باشند، رنگ زا (کروموژن) نامیده می شود. مانند آزوبنزن همه ترکیبهای آروماتیکی دارای پیوندهای دوگانه هستند. اگر پیوندهای دوگانه نزدیکتر به هم قرار بگیرد و شمار آنها در مولکول زیاد بشود. طول موج نور مرئی بیشتر جذب می شود، شمار فراوانی از مواد طبیعی همچون رنگهای طبیعی، پلی انها، چندین پیوند دوگانه بین کربن دارند. مانند ترکیب کاروتن  $C_{40}H_{56}$  و زردینه برگ (گزانتوفیل)، هیدروکربنهای فولون<sup>۱</sup> (Fulven) که رنگهای بسیار سیر دارد (به خاطر فراوانی پیوندهای سیر نشده و مکان ویژه آنها در مولکول)

علاوه بر گروههای آمین با هیدروکسیل ممکن است است گروههای دیگری مانند  $-SO^+H$ ،  $-COOH$ ، هالوژنها، آلکیلها، اسیدها، در رنگ وجود داشته باشد، گروه سولفواهمیت بزرگی دارد زیرا در ماهیت رنگ تأثیر فراوانی می گذارد و مواد نامحلول را به صورت حل شدنی در می آورد و از این راه آنها را برای رنگ رزی مناسب می سازد.

گروه کربوکسیل قدرت تثبیت رنگ را افزایش می دهد و به رنگ این امکان را می دهد که با آستر رنگ لاک بسازد. يك رنگ باید دارای اجزاء زیر باشد: الف گروه رنگ ساز (کروموفور)

ب - يك ریشه آروماتیکی که گروه رنگ زا (کروموژن) را تشکیل می دهد.

ج - گروه رنگ یا (اوسوکروم) که رابطه میان رنگ و الیاف ایجاد می کند.

## رنگهای خوراکی

به طوری که می دانیم مواد غذایی حین تهیه و تولید یا در طول مدت نگاهداری و ماندن در انبار گاهی ظاهر خوش نما و اشتها آور خود را از دست می دهند. چنانکه کنسرو میوه جات بیشتر به رنگ قهوه ای در می آید و مارگارین نمای خاکستری به خود می گیرد. روشن است که خریدار چنین فرآورده را هر چند از بی عیب بودن آن مطمئن سازند نمی پذیرد و رغبتی به خرید آن نشان نمی دهد، همینطور آبگوشتی که خوراک روزانه است اگر به آن موادی مانند زردچوبه و مشابه آن نزنند رنگ و روی ناخوشایند پیدا خواهد کرد. چنین آبگوشتی با وجود آنکه مایه و اجزاء مشکله آن با آبگوشتی که بدان زردچوبه زده شده یکسان است دیگر مشهی و دلپذیر نخواهد بود و میل و رغبت خوردن را در بیننده بر نمی انگیزد و یا اگر خاویار بدلی (منظور تخم ماهی است که از ماهی های خاص خاویار

با بداندست که رنگهای خوراکی محلول در آب نایستی بیش از ۲/۵ درصد قسمت حل شونده در اثر داشته باشد). با وجود اینکه طبق لیست‌های مربوطه تعداد جمیع رنگهای خوراکی جایز مصرف در کشورهای مختلف جهان به ۸۵ رنگ می‌رسد ولی همان‌طور که اشاره شد هر يك از کشورها در قلمرو خود بر اساس يك لیست مجاز تنها بعضی از این رنگها را مجاز اعلام کردند و در نتیجه ممکن است مصرف رنگی در يك کشور مجاز و در کشور دیگر همان رنگ غیر مجاز باشد. بعضی از کشورها و از جمله کشورهای آلمان و انگلستان سعی کرده‌اند تعداد رنگهای مجاز را به خاطر سهولت در کنترل آنها، حتی الامکان محدود سازند مثلاً کشور انگلستان فقط ۱۷ رنگ را مجاز اعلام کرده است و در کشور آلمان نیز تعداد رنگهای جایز مصرف از ۲۵ رنگ تجاوز نمی‌کند. در ایالات متحده آمریکا رنگهای مجاز را به نشانه کوتاه (FOGC) نشان می‌دهند.

بدین معنی که این رنگها می‌توانند در خوراکی‌ها، داروها و مواد آرایشی مورد استفاده قرار گیرند... در لیستی که تا سال ۱۳۶۳ در ایران مجاز بود مجموعاً از ۳۳ رنگ نام برده شده است که ۱۳ رنگ آن طبیعی (۹ رنگ طبیعی آلی و ۴ رنگ طبیعی معدنی) و ۲۵ رنگ بقیه مصنوعی می‌باشند. لیست رنگهای مجاز ایران تا پایان سال ۱۳۶۳ به ضمیمه آورده شده است.<sup>۱</sup>

## روشهای تجربی مطالعه رنگهای خوراکی

الف - روشهای شیمیایی:

برای انجام آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی بخصوص کروماتوگرافی باید ماده رنگی را تا حد ممکن به صورت خالص از محلول مورد آزمایش استخراج کرد. برای اینکار از روشهای مختلف مانند استخراج به وسیله الیاف حیوانی (پشم - ابریشم) و یا گیاهی (پنبه) استفاده می‌شود. ولی قبلاً باید ماده رنگی را به صورت محلول در آب از محصول مورد آزمایش جدا کرد و بعد به وسیله روشهای فوق آن را خالص نمود. اگر نمونه مورد آزمایش جامد باشد آن را با آب مخلوط کرده و در صورت لزوم می‌جوشانیم تا ماده رنگی داخل آب شود. سپس صاف کرده و محلول حاصل را جهت استخراج ماده به کار می‌بریم. در صورتی که نمونه مورد آزمایش روغنی یا چربی دار باشد.

بدین طریق عمل می‌شود که: ماده روغنی حاوی رنگ را با الکل ۹۵ درجه مخلوط کرده تکان می‌دهیم سپس الکل را که مقداری از ماده رنگی را در خود حل کرده است جدا می‌کنیم و آنرا با آب یا اتر مخلوط می‌نمائیم در اینصورت

از ترکیباتی که افزودن آن به مواد غذایی خالی از ضرر باشد و ظن بدانها نرود مجاز شناخته شوند و سایر مواد تماماً ممنوع تلقی شوند. بعد از انتشار اطلاعیه شماره ۱۵ نتیجه کار کمیسیون رنگ به وضع آئین‌نامه (رنگ مورخ ۱۹/۱۲/۱۹۵۹) در کشور آلمان منتهی گردید - ذیلاً مهمترین مواد آئین‌نامه مزبور شرح داده میشود.

۱- برای رنگ کردن مواد غذایی تنها مصرف مواد افزودنی که در لیست ذکر شده‌اند مجاز شناخته شده‌اند (لیست مجاز A-B-C) که دانش‌آموزی آنها را قابل تحمل تشخیص می‌دهد با این وصف لیست مزبور دائماً تحت مطالعه است، لیست A ضمیمه نمره ۱ حاوی تمام رنگهای مجازی است که در تهیه و آماده‌سازی دائمی تحت مطالعه است و در مواد غذایی به کار می‌روند لیست مزبور مشتمل بر ۶ رنگ زرد و ۳ رنگ پرتقالی و ۴ قرمز و ۲ آبی و ۲ رنگ سبز میباشد، هدف این محدودیت آنست که رنگهایی که در مواد غذایی به کار می‌روند به آسانی قابل تشخیص باشند.

- در مورد رنگهای قرمز تنها تتراید فلورسین (به صورت نمک سدیم یا پتاسیم) برای رنگ کردن میوه‌جات و همچنین میوه‌های دو نیم شده هسته گرفته مجاز شناخته شده است، در لیست B مواد افزودنی دیگری ذکر شده است که برای رنگ کردن پوشش پنبه و همچنین نوعی کابلاس (زرد رنگ) مجاز شناخته شده است و بالاخره در لیست C مشخصات آن مواد افزودنی آورده شده که برای مهر (Stamp) زدن سطح خارج ماده غذایی و بسته‌بندی آنها به کار برده می‌شود در این لیست همچنین مشخصات رنگهایی که برای رنگ کردن و نقاشی پوسته تخم مرغ به کار می‌روند داده شده است در چهار چوب هر يك از لیست‌های مذکور تحت شرایط خاصی مخلوط کردن رنگها با گلیسرین -، سولفات سدیم، موم کندو، کربنات سدیم، بیکربنات سدیم و همچنین پارافین جامد مجاز شناخته شده است. قسمت ۲-۳ این آئین‌نامه تصریح و تأکید دارد به اینکه به کار بردن رنگ در محصولات رنگ شده اعلام بشود و کلمه (با رنگ) روی بسته بندی ماده غذایی رنگ شده نوشته شود. بند ۴: در محصولات از قبیل: کنسرو توت فرنگی، آلبالو، آلوکه در ظروفی که هوا در آنها نفوذ نمی‌کند بسته شده‌اند و همچنین در مرباها و محصولات نظیر آن میتوان رنگهای مجاز را حد اکثر به مقداری که رنگ ماده غذایی را به رنگ تازه طبیعی خود نزدیک کند استفاده نمود به سایر مواد غذایی مذکور در لیست، نه میتوان رنگ را بدان اندازه افزود که رنگی برخلاف انتظار و توقع مصرف کننده به وجود آورد، علاوه بر آئین‌نامه مزبور از نقطه نظر آزمایش‌های سم شناسی هر يك از رنگها مقرراتی وضع شده است که به وسیله همکاری‌های بین‌المللی دائماً به طور دقیق مطالعه می‌شود.

## رنگهای مجاز ایران برای اضافه شدن به مواد خوراکی و آشامیدنی

### «رنگهای طبیعی»

#### رنگهای طبیعی آلی

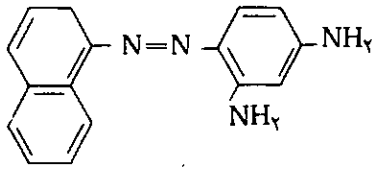
نام فرانسه	نام انگلیسی	20- Ponceau SX	Ponceu SX
1- Cochenille	Cocheneal-Carmine	21- Ponceau 6R	Ponceau 6R
2- Orcanette	Alkanet	<b>رنگهای نارنجی</b>	
3- Orseille	Orchil	22- Jaune (suneset FCF	Sunset yellow FCF
4- Carotene (all Tans)	Carotene	23- Orange GGN	Orange GGN
5- Rocou	Annatto, Bixin	<b>رنگهای زرد</b>	
6- Curcuma	Turmeric	24- Jaune solide	Fast yellow
7- Saffran	Carocin	25- Tartrazine	Tartrazine
8- Caramel	Caramel	26- Jaune de Quinoleine	Quinoline yellow
9- Chlorophyle	Chlorophyl	<b>رنگهای سبز</b>	
<b>رنگهای طبیعی غیر آلی</b>		27- Vert solide FCF	Fast green FCF
10- Noirs de carbone	Carbon blacks	28- Vert guinee	Guinea green B
11- Oxide de Fer	Iron Oxide	29- Vert Lumiere SF	Light green SF yellowish
12- Oxides de Titanium	Titanium dioxide	<b>رنگهای آبی</b>	
13- Ultramarine		30- Bleu brillant FCF	Brilliant blue FCF
<b>رنگهای متنوعی</b>		31- Indigotine	Indigotine
<b>رنگهای قرمز</b>		<b>رنگ بنفش</b>	
14- Azorubine	Carmoisine	32- Violet acid 6B	Benzyl Violet 4B
15- Rouge solide E	Fast Ted E	<b>رنگ سیاه</b>	
16- Amarathe	Amaranth	33- Noir brillant BN	Brilliant black BN
17- Rouge cochenille A	Cochineal Red A-Ponceou 4R		
18- Erythrosine	Erythrosine		
19- Scarlete GN	Scarlet GN		

این رنگ را بر روی پشم در يك محیط نشانند و در محیط دیگر آنرا جدا کرد ولی رنگهای طبیعی وقتی که در محیط اسیدی باشند روی پشم نمی آیند و یا اگر بیایند جدا نمی شوند و اگر جدا شوند دوباره نمی توان آن را روی پشم وارد نمود. الیافی که برای استخراج رنگ مورد استفاده قرار می گیرند باید کاملاً عاری از چربی باشند و برای این کار لازم است الیاف سفید مورد نظر را با اتر نفت چندین بار شستشو داده و حدود يك ساعت در دمای ۸۰ درجه با آمونیاك ۵٪ مجاور نمود و سپس آنرا کاملاً با آب مقطر شسته و آنرا در برابر هوا خشک کرد ( این الیاف باید حتی الامکان کمتر با دست تماس پیدا کنند).

(۴۰ godesberg. Frauhengrahen Bad) کمیسیون تحقیقاتی)

مساده رنگی به آب یا اتر که پس از نمخیر آنرا دوباره در آب حل می کنیم و جهت استخراج با الیاف مورد استفاده قرار می دهیم.

روش پیرسون جهت تشخیص رنگهای طبیعی از مصنوعی: پیرسون محقق مواد غذایی (انگلیسی) در مورد اغذیه ای که از اسرائیل وارد انگلستان می شد تحقیق نمود و متوجه شد که به آنها باید رنگی غیر از رنگ طبیعی افزوده شده باشد از این جهت در پی آن شد که روشی برای تشخیص رنگهای مصنوعی از طبیعی بیابد سرانجام پس از مدتی توانست روش زیر را ارائه دهد: وی گفت فرق رنگهای طبیعی با مصنوعی در این است که رنگهای مصنوعی وقتی در محیط اسیدی روی پشم می نشینند در محیط قلیایی پاک می شوند و دوتا سه بار می توان



۲، ۴- دی آمینو بنزول (C.Hackmahh ۱۹۵۱)  
 سودان قرمز 7B آمیدو آزوبنزل (7B Amigo Azobenzol)  
 و با N اتیل ۲ نفتیل آمین (N, Ethyl-2 NaPhtylamin)  
 و تری پان بلو ارتوتو لوئیدین (Three Panblue ortho -  
 toluidine) از آنچه گفته شد روشن می شود که تنها از روی  
 ساختمان شیمیایی در مورد مشکوک نبودن یک رنگ غذائی  
 نمی توان اظهار نظر کرد.

ذیلاً اصولی که توسط D.F.G برای قضاوت و اظهار  
 نظر از نقطه نظر سمیت و اثر سرطان زائی مواد افزودنی به  
 اغذیه اعلام شده است بیان می شود. در این باره سمپوزیوم  
 بین المللی به صورت زیر اظهار نظر کرده است.

۱- مواد افزودنی تغذیه تنها در صورتی مجاز شناخته  
 می شود که پس از اینکه دو نوع حیوان با تزریق و یا خوردن  
 مقادیری که به منظور اطمینان خیلی بیش از مقدار موجود در  
 خوراک عادی بایستی باشد پروراندند، هیچگونه مسمومیتی  
 در آنها مشاهده نگردد. پروراندن یکی از دو حیوان بایستی  
 از خردی آغاز شود و عملیات مزبور را بایستی در تمام عمر  
 حیوان و یا لاقل در دو نسل دنبال کرد.

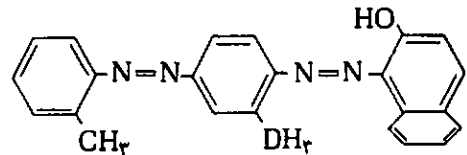
۲- ترکیباتی که در شرایط معین سبب به وجود آمدن  
 یکی از صور غده های بدخیم شوند و در صد به وجود آمدن  
 آنها بیشتر از درصد بروز غده های که خود به خود ایجاد  
 می شوند باشد بایستی برای سلامتی انسان مشکوک تلقی شوند  
 از آنچه گفته شد نتیجه گرفته می شود که قبل از آنکه جسمی  
 را به عنوان جسم قابل افزایش به اغذیه اعلام کنند بایستی یک  
 سلسله آزمایشهای مفصل حیوانی روی آن انجام دهند آزمایشهایی  
 که مستلزم صرف هزینه های معتدلی است و حداقل دو سال  
 طول می کشد.

### «گزارشی از مؤسسه استاندارد»

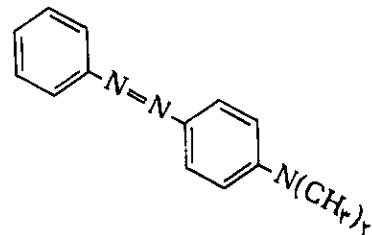
سمیت رنگها: موضوع رنگهای افزودنی مصنوعی سالها -  
 است که در ایران مورد بحث قرار گرفته است به طوری که  
 استاندارد ملی رنگهای مجاز خوراکی، که در مؤسسه استاندارد  
 و تحقیقات صنعتی تدوین شده دوبار تجدید نظر گردید.  
 جدول فوق نشان می دهد که رنگهای مصنوعی مجاز در  
 چاپ دوم و سوم تقلیل یافته است به طوری که چاپ سوم که  
 در کمیته تدوین استاندارد مورخ ۶۱/۳/۳۵ به تصویب رسیده

## اثرات سمی رنگها:

پس از آنکه برای اولین بار در ۱۸۵۶ رنگهای آنیلین  
 به وسیله پرکین ساخته شد صنعت رنگ گسترش و جهش شگرفی  
 پیدا کرد، گسترش و تکاملی که تا امروز هنوز پایان نیافته است  
 آزمایش بر روی حیوانات عملاً نشان داده است که بیماری  
 سرطان را به وسیله رنگهای معین می توان به وجود آورد چنان  
 که B. Ficher را به عنوان اولین شخصی باید نام بریم که در  
 ۱۹۵۶ در آزمایشهای حیوانی با رنگهای ازوتی محلول در  
 چربی و از جمله با سودان قرمز (B.B ارتو آمیدو - آزوتو لوئول -  
 ۲ هیدروکسی نفتالین) به وجود آمدن تومور را نشان داد.

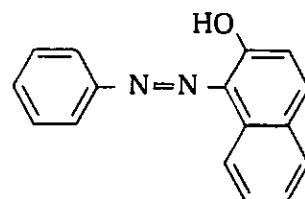


H. Funner در ۱۹۲۳ نشریه جامعی درباره سم شناسی رنگها  
 انتشار داد بیش از همه مشاهدات T. Yoshida در سال ۱۹۳۲  
 و ۱۹۳۳ نگرانی مردم جهان را برانگیخت محقق مزبور به  
 این نتیجه رسیده بود که اورتو آمید و آزو تولوئول خاصیت  
 سرطان زایی از خود نشان می دهد در تعقیب آن، آزمایشهای  
 R. Kinoshita در ۱۹۳۷ نشان داد که زون دو بر (زرد کوه ای)  
 یعنی رنگ آزتسه (۴- دی متیل آمینو آزو بنزول) می تواند  
 موجب تشکیل غده های بدخیم کبدی شود.



خوشبختانه آزمایشهایی که در مدت ۲۵ سال اخیر در اکناف  
 جهان به عمل آمد نشان داد که تنها معدودی از رنگها اثر سرطان  
 زائی در آزمایشهای حیوانی داشته اند آنچه مسلم است علاوه  
 بر ترکیباتی که اشاره شد رنگهای زیرین نیز اثر سرطان زایی  
 دارند.

سودان نمره ۱ = سودان اورانژ R آنیلین.



(۲ - هیدروکسی نفتالین) (A.H.M.Kirby ۱۹۴۹)  
 و همکار) سودان قهوه ای ۱ - نفتیل آمین



تعداد رنگهای مصنوعی مجاز	تعداد رنگهای طبیعی مجاز	سال	استاندارد شماره ۷۴۰
۳۳	۱۲	۱۳۵۰	چاپ اول
۲۷	۱۴	۱۳۵۶	چاپ دوم
۱۳	۴	۱۳۶۱	چاپ سوم

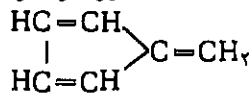
باشد متأسفانه رنگ افزودنی مصنوعی جایگزین درصدی از گوشت شده و بدین ترتیب کیفیت ناسا مطلوب و غیر مرغوب آنها پوشانده شده است.

۲- کیفیت نامرغوب بعضی از انواع رب گوجه فرنگی، سس گوجه فرنگی، کمپوت و مربا را نیز با افزودن رنگهای مصنوعی برطرف نموده اند.

۳- پس از آزمایش بر روی نمونه های چای مخلوطی از ۵ رنگ مصنوعی مختلف با لیستهای معین که در مجموع رنگ چای را به وجود آورده، به عنوان تقلب در چای تشخیص داده شده است.

(۱) ترکیبات گلوکز را گلوکزید نامند. مانند متیل - گلوکزید به فرمول  $C_7H_{14}O_6$ ، ایندوکسیل به فرمول  $(C_6H_4 \cdot NH \cdot CH_2C(OH))$  و گلوکزید ایندوکسیل به فرمول  $C_{14}H_{17}NO_7$  می باشد.

۱- فولون: روغن زرد رنگ و ایزومر بنزن است



که در تهیه رنگ به کار می رود.

#### منابع:

- ۱- شالوده صنعت شیمیایی ترجمه دکتر حسن علی شیبانی
- ۲- پایان نامه دکتر (بررسی رنگهای مجاز خوراکی) دکتر لاله هزارخوانی شماره ۱۷۱۰ سال ۵۰ - ۲۹
- ۳- پایان نامه دکتر (بررسی رنگهای سنتتیک) دکتر مهرداد فیلسوف شماره ۱۲۳۰ سال ۴۴ - ۴۳
- ۴- پایان نامه دکتر (تغییرات رنگهای مواد خوراکی) دکتر داریوش کشتکار شماره ۱۳۵۱ سال ۴۵ - ۴۴
- ۵- مؤسسه استاندارد و تحقیقات بین المللی (آزمایشگاه مواد غذایی)

۶- Fd. Cosmet Toxicol Vol. 16. PP. 413

t 418. 1981 (Britain)

معرف رنگ مصنوعی را برای مدت يك سال مجاز دانسته است و پس از مدت يك سال کلیه رنگهای مصنوعی در مواد غذایی غیر مجاز است.

#### «وضعیت مواد غذایی ایران از نقطه نظر رنگهای افزودنی مصنوعی»

رنگهای مصنوعی موجود در انواع فرآورده های خوراکی: تقریباً ۵۰۰ نمونه مواد غذایی مواد اولیه شان مورد آزمون شیمیایی رنگ قرار گرفتند که حدود ۵۰ درصد از تعداد نمونه ها در آزمون رنگهای افزودنی مصنوعی مثبت جواب دادند و مشخص شد که در آنها از رنگهای مصنوعی به عنوان يك ماده افزودنی استفاده شده است این مواد عبارتند از:

آب میوه - شربت میوه رب گوجه فرنگی - سس گوجه فرنگی بودر گوجه فرنگی - کمپوت مربا - سوسیس - کالباس - همبرگر - ماکارونی - ورمیشل - پفک - کامک پف پفی - و محصولات نظیر آنها بستنی - آلاسکا - آدامس - نوشابه - بیسکویت - نان شیرینی، کیک، چسای (مخلوط ۵ - ۴ رنگ مصنوعی مختلف، رنگی شبیه به چای را به وجود آورده بود).

آبنا، نافی میوه ای - مواد غذایی دیگری نیز در دست آزمایش و بررسی می باشد.

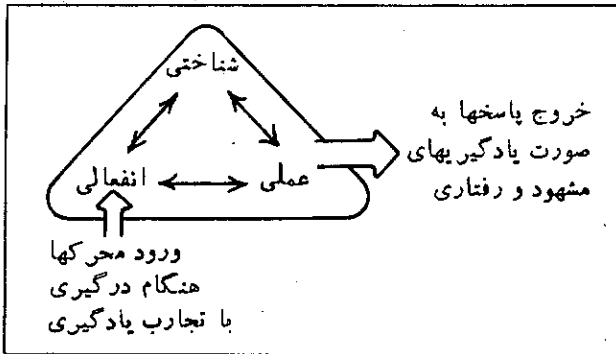
تقلب در صنایع غذایی: سوء استفاده از مواد رنگی مصنوعی راهگشای تقلب در صنایع غذایی شده است چند مورد از تقلب هائی که به وسیله آزمون مشخص شدند عبارتند از:

۱- در بعضی از انواع آبمیوه و شربت میوه که باید دارای مواد طبیعی (ویتامین، نمکها و قند) مؤثر و سالم باشند متأسفانه فقط رنگ و اسانس مصنوعی وجود دارد.

۲- در مواردی نیز رنگهای افزودنی به منظور برطرف کردن کیفیت غیر مرغوب و ناسا مطلوب به مواد غذایی اضافه می شوند که عبارتند از:

۲- ۱ در فرآورده های گوشتی (سوسیس - کالباس - همبرگر) که با بستنی دارای پروتئین و ارزش غذایی مناسب

(۱-۳) - پیشگفتار - معرفی نظریه یادگیری رفتاری همان طور که در بخشهای ۱ و ۲ آمده، هدفهای آموزشی را در سه حیطه یا قلمرو در نظر می گیرند که شامل پرورش ذهنی (حیطه شناختی)، پرورش ارزشها و نگرشهای مطلوب (حیطه انفعالی) و پرورش مهارتهای عملی (حیطه روان - حرکتی) است. يك مدل معروف که نمایش دهنده این سه حیطه و اثرات متقابل آنها بر یکدیگر است، به صورت «مثلث یادگیری» زیر ارائه می شود:



این مدل می رساند که نوعی حصار در اطراف سطح آگاهی و توجه انسان وجود دارد که باید از آن عبور کرد تا ذهن آدمی متوجه محرک و موضوع شود. نخستین نکته ای که در مخیله خطور می کند آن است که آیا این محرک (که در اینجا ممکن است نوعی فعالیت یادگیری باشد) برای دانش آموز جالب و انگیزاننده است یا خیر؟ هرگاه محرک جالب باشد، توجه بیشتری به آن می شود و هرگاه جالب نباشد، ممکن است از گردونه توجه فراگیر خارج شود. معمول داشتن این نوع تصمیم از طرف فراگیر نسبت به محرک تا حدود زیادی به انگیزشها، ارزشها، علایق و حس کنجکاوی او بستگی دارد (حیطه انفعالی)، اضافه بر این، دانش آموز روی موضوعی که جلب توجه او را کرده، فکر می کند و تحلیلهایی انجام می دهد (حیطه شناختی) بالاخره امکان دارد که او در این مسیر، نوعی تحرك و فعالیتهای عملی (عصبی - عضلانی یا روان - حرکتی) انجام دهد. اثر متقابل این سه حیطه بر یکدیگر به هنگام درگیری فراگیر در تجارب آموزشی باعث پیدایش یادگیریهای رفتاری جدید می شود.

نکته مهم آن است که برنامه ریزی و طراحی آموزشی موفقیت آمیز، این نوع یادگیری مؤثر و مشهود را که حاصل تعامل سه حیطه است، هدف قرار می دهد و نه آنکه فقط به انتقال محتوای دانش در قلمرو جزء محدودی از حیطه شناختی توجه می کند.

در این فصل به ارزشیابی از آموخته های شیمی در سطوح گوناگون یادگیری در حیطه شناختی پرداخته و در فصول بعدی، دو قلمرو دیگر حیطه های انفعالی و روان - حرکتی را در نظر می گیریم. ولی در ابتدا یاد آور می شویم که تفکیک این

عنوان اصلی سلسله مقالات:

# هدفهای آموزشی و اصول ارزشیابی در آموزش شیمی

عنوان فرعی این مقاله:

## پرسشهای هدف دار شیمی در حیطه شناختی

بخش سوم:

از: مرتضی خلغالی

یادآوری:

در شماره های ۶، ۸ و ۹ به اصول ارزشیابی در ارتباط با هدفهای آموزش و پرورش، همچنین چگونگی انتقال از هدفهای آرمانی آموزش و پرورش به هدفهای کلی آموزش شیمی پرداختیم. سپس هر يك از هدفهای کلی آموزش شیمی را به هدفهای جزئی تحلیل کرده و راه و روش و الگویی برای ادامه این تحلیل و رسیدن به نتایج یادگیری ارائه دادیم تا بدین وسیله انتظارات خود را از صحنه های تدریس و یادگیری واقعی در يك یا دو ساعت درس مشخص شیمی نشان دهیم. اینک وارد قلمرو جدیدی می شویم که مربوط به چگونگی تدوین پرسشهای هدف دار شیمی در حیطه شناختی است:

### (۳-۳) - پیچیدگیها و دشواری طبقه‌بندی پرسشها بر اساس هدفهای آموزشی:

دشواری و اشکال در طبقه‌بندی پرسشها و تستها بیش از اشکال در طبقه‌بندی هدفهای آموزشی است. منطق ایجاب می‌کند که قبل از تلاش برای مشخص کردن سطح سؤال، باید اطلاعاتی درباره کیفیت آموزش و شرایط یادگیری فراگیر در زمینه مربوط به دست‌آورد و یا لاقط حدسهایی درباره آنها زد. افزون بر این باید پرسش تنظیم شده را پاسخ داد تا در جریان کیفیت فعالیتهای ذهنی لازم برای رسیدن به پاسخ مورد نظر، قرار گرفت.

در پایان یادآور می‌شویم که گرچه یک دانش‌آموز به هنگام فراگیری امکان دارد که مراحل پیشرفته و سطوح بالای تفکر از قبیل تجزیه و تحلیل و خلاقیت را طی کند، ولی هرگاه سؤال ما در مورد ارزشیابی از این نوع آموخته‌ها فقط در حد مطالبه او به بازگویی روشها و شرح دقیقی که قبلاً آموخته و حالا باید آنها را به خاطر آورد، در این صورت کیفیت ارزشیابی ما به شدت کاهش یافته و ممکن است که تا سطح اولیه دانش و بازگویی آن تنزل کند - به عبارت دیگر در این مورد احتمالاً هدفهای ارزشیابی در جهت کلیه هدفهای آموزشی و به ویژه آنهایی که از ارزش و مقام والاتری برخوردارند فرارنی‌گیرد. در این فصل به تشریح سطوح اصلی شش‌گانه حیطه - شناختی (که با عددهای صحیح شماره‌گذاری می‌شوند) و قلمروهای فرعی آنها (که با عددهای اعشاری معرفی می‌شوند) پرداخته و در هر مورد پرسشهای شیمی مناسبی به عنوان مثال و تمرین ارائه خواهیم داد:

### ۱/۰۰ سطح اول آگاهی (دانش) و قلمروهای فرعی آن

منظور از سطح آگاهی یا دانش در اینجا بازشناسی و بازگویی مطالبی است که قبلاً توسط فراگیر آموخته شده‌اند. رفتار مورد انتظار در موقعیت بازگویی خیلی شبیه موقعیتی است که انتظار می‌رفت به هنگام آموختن انجام بگیرد. در آن موقعیت انتظار می‌رفت که دانش‌آموز برخی اطلاعات و آگاهی‌ها را از معلم یا کتاب دریافت کند و در ذهن خود انباشته نماید، و حالا که موقع بازگویی است، انتظار داریم که آنها را به خاطر آورد.

تنظیم قلمروها یا سطوح فرعی در اینجا نیز از ساده به پیچیده است. یعنی از حالت‌های کاملاً ویژه و مشخص رفتار آغاز گشته و به حالت‌های پیچیده‌تر و انتزاعی‌تر پیش می‌رود. برای مثال، سطح فرعی «آگاهی از ویژگیهای خاص» به آنگونه اطلاعات و دانش اشاره می‌کند که می‌توان آنها را به طور پاره پاره و جدای از یکدیگر به خاطر سپرد. ولی سطح آگاهی از کلیات و مجملها روی برداشت ما از روابط بین طرحهای کلی

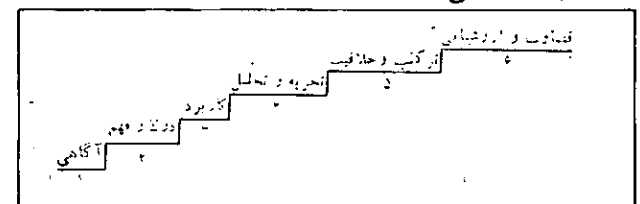
سه حیطه از یکدیگر بیشتر جنبه تصنعی دارد، زیرا بدین وسیله می‌خواهیم که جزئیات هر یک را به تفصیل بررسی کنیم. برای ارائه میزان همبستگی این سه حیطه با یکدیگر، به جامست که مثالی بزنیم.

انجام یک فعالیت عملی مانند آشنایی نیاز به اطلاعات اولیه و گوناگونی در مورد شناخت نوع سبزیجات و گوشت مناسب، انتخاب ظروف و ابزار لازم، آشنایی با روش فراهم کردن مواد اولیه و همچنین آگاهی از کیفیت گرم کردن و سرد نمودن و شناخت موارد ایمنی و احتیاطها و بالاخره ارائه ابتکارات خودی دارد. تا اینجا بحث ما در قلمرو حیطه شناختی بوده است ولی کیفیت انجام این فعالیتهای قطعاً به تناسب انگیزه‌ها، علاقه‌ها، عادات و نگرشهای ما همچنین میزان حوصله و لذت بردن از انجام فعالیتهای آشنایی صورت می‌گیرد. و این خود بحثی در قلمرو حیطه انفعالی است. بالاخره انجام این کارها نیاز به فعالیتهای عملی، دستی، چشمی و غیره دارد که این خود بعد روان - حرکتی را در بر می‌گیرد. بدیهی است که یادگیری نهایی تلفیقی از این سه حیطه است و گر نه مطابق این نظریه، خانمی را که دانش نظری لازم را در مورد آشنایی کسب کرده ولی انگیزش و حال و حوصله و عادت به انجام آن را ندارد و یا مهارت عملی لازم را به دست نیاورده است، نمی‌توان خانمی پنداشت که آشنایی یادگرفته است.

### (۲-۳) یادگیری در حیطه شناختی:

حیطه شناختی شامل آنگونه هدفهایی است که با تشخیص یا به خاطر آوردن دانش و معلومات، همچنین پرورش توانایی‌ها و مهارتهای ذهنی سروکار دارد. این حیطه بیشترین سهم را در فعالیتهای برنامه ریزی درسی، امتحانات و ارزشیابی‌های امروزی ما دارد. در حال حاضر بهترین و روشن‌ترین توصیف ممکن برای هدفهای آموزشی که به صورت رفتارهای فراگیران در انتشارات مختلف عرضه می‌شود، متعلق به این حیطه است. این حیطه از شناخت ساده دانستی‌ها و معلومات و همچنین بازگویی آنها آغاز گشته و به تدریج به مراحل پیچیده‌ای که شامل تجزیه و تحلیل و قضاوت است پیش می‌رود. مهارتهای شناختی دیگر از قبیل استدلال، استقراء، قیاس و مفهوم‌سازی نیز عملاً به صورت ترکیبی از فعالیتهای ذهنی این حیطه به شمار می‌روند.

نمودار زیر، نمایش ساده‌ای برای سطوح اصلی و شش‌گانه حیطه شناختی است.



- ۱- تعداد پروتونها و نوترونها در هسته
- ۲- تعداد نوترونها در هسته
- ۳- تعداد پروتونها و الکترونها در هسته
- ۴- تعداد پروتونها در هسته

مثال ۲- آب سنگین چیست؟

- ۱-  $D_2O$
- ۲- مخلوط  $D_2O$  و  $DHO$
- ۳- مخلوط  $D_2O$ ,  $DHO$  و  $T_2O$
- ۴- دارای یونهای  $Mg^{2+}$  و  $Ca^{2+}$  است.

### ۱/۱۲- آگاهی از واقعیت‌های علمی ویژه

- مثال ۱- یون سدیم چه تفاوتی با اتم سدیم دارد؟
- ۱- ایزوتوپ سدیم است. ۲- فعالتر از سدیم است.
  - ۳- دارای یک بار مثبت دز هسته است.
  - ۴- الکترونهای کمتری دارد.
- مثال ۲- دو واکنش از واکنشهای انجام یافته در کوره بلند تهیه چدن را بنویسید.
- مثال ۳- چهار ماده آلوده کننده هوای شهزمارا با ذکر نام منبع تولیدکننده آنها نام ببرید.
- مثال ۳- کدامیک از ویژگیهای زیر در مورد محلول کولوئید «نادرست» است؟
- ۱- نیمی از ذرات آن بار الکتریکی مثبت و نیمی دیگر، بار الکتریکی منفی دارند.
  - ۲- ذرات آن به اندازه‌ای ریز هستند که می‌توانند برای مدت طولانی در محلول معلق باقی بمانند.
  - ۳- ذرات آن به اندازه‌ای ریز هستند که اغلب از کاغذ صافی عبور می‌کنند.
  - ۴- ذرات آن به اندازه‌ای درشت هستند که مسیر نور را از خود نشان می‌دهند.
- مثال ۴- کدام یک از ویژگیهای زیر در مورد جرم الکترون درست است؟

- ۱- به اندازه جرم اتم تیدروژن است.
- ۲- به اندازه جرم یک پروتون است.
- ۳- تقریباً برابر یک دو هزارم جرم اتم تیدروژن است.
- ۴- به جرم اتمی که از آن جدا شده، بستگی دارد.

### ۱/۲۰- آگاهی از طرق و وسایل برای بررسی ویژگیها

آگاهی از روشهای سازمان یافتن پدیده‌ها و اندیشه‌ها همچنین شیوه مطالعه، بررسی یا قضاوت در باره آنها - در اینجا بیشتر متوجه روندها هستیم تا فرایندها و نتایج حاصل از مشاهده و تجربه و کشف مربوط به آنها. گرچه جنبه تجرید ذهنی در اینجا اندکی بالاتر از سطح قبلی ۱/۱۵ است ولی فراگیر در اینجا درگیر با روش و کیفیت پیدایش یک اندیشه یا عملکرد است. درگیری با خود اندیشه نیازمند سطح تفکر

و اطلاعات سازمان یافته تأکید می‌کند. در پایان ذکر این نکته ضرورت دارد که گرچه «دانش و آگاهی» در سطوح بالاتر دوم تا ششم نیز وجود داشته و به کار می‌رود ولی از دیدگاه روانشناسی یادگیری، مهمترین مشخصه سطح اول که اختصاصاً به سطح «دانش و آگاهی معروف است» پروسه به خاطر سپردن است. در صورتیکه این پروسه در سطوح بالاتر، جزء کوچک و محدودی از پروسه‌های پیچیده‌تر و والاتری همچون تجزیه و تحلیل و ارزشیابی به شمار می‌رود.

### قلمروها یا مقوله‌های وابسته به سطح اول آگاهی عبارتند از:

- ۱/۱۵- آگاهی از ویژگیهای خاص: (که این به نوبت خود شامل دو مقوله است)
  - ۱/۱۱- آگاهی از اصطلاحات
  - ۱/۱۲- آگاهی از واقعیت‌های ویژه
  - ۱/۲۰- آگاهی از طرق و وسایل لازم برای بررسی ویژگیها:
  - ۱/۲۱- آگاهی از قراردادها
  - ۱/۲۲- آگاهی از روندها (جهت تغییرات) و توالی‌ها
  - ۱/۲۳- آگاهی از طبقه بندی‌ها و مقوله‌ها
  - ۱/۲۴- آگاهی از میارها
  - ۱/۲۵- آگاهی از روشها
  - ۱/۳۰- آگاهی از اختصارات، جمع بندیها و کلیات
  - ۱/۳۱- آگاهی از اصول کلی و تعمیمها
  - ۱/۳۲- آگاهی از نظریه‌ها و ساختارهای کلی
- حال به تعریف هر یک از این قلمروهای فرعی وابسته به سطح اول پرداخته و در هر مورد پرسشهایی در زمینه شیمی مطرح می‌کنیم:

### ۱/۱۰: آگاهی از ویژگیهای خاص:

منظور به خاطر آوردن برخی ویژگیهای خاص و پاره اطلاعات جدای از یکدیگر است که معمولاً به صورت داده‌ها یا واقعیت‌های علمی معروف هستند. بدیهی است که انبوهی از این واقعیتها در هر یک از رشته‌های علمی وجود دارد که باید آنها را وسیله‌ای برای مقایسه، طبقه بندی، بحث و تحقیق بعدی قرار داد و از نظر هدفهای آموزشی و منطقی، درست نیست که از دانش آموزان انتظار داشته باشیم که بسیاری از آنها را به خاطر بسپارند.

در اینجا این ویژگیهای خاصی را تحت دو مقوله فرعی بررسی می‌کنیم.

### ۱/۱۱- آگاهی از اصطلاحات و واژه‌ها (در رشته علمی مورد نظر):

مثال ۱: عدد اتمی یک عنصر چیست؟

NO<sub>3</sub><sup>+</sup> - ۱ Cl<sup>-</sup> - ۲ H<sub>2</sub>O - ۳ NO<sub>2</sub> - ۴  
 مثال ۳- عنصری که اغلب، خواص فلزی و گاهی خواص غیر فلزی از خود نشان می‌دهد، در کجای جدول جای دارد؟  
 ۱- بالای گروه اول ۲- پایین گروه هفتم  
 ۳- بالای گروه چهارم ۴- وسط گروه چهارم

۱/۲۴ - آگاهی از معیارها

شناخت معیارها و ضوابطی که به وسیله آنها می‌توان واقعیت‌های علمی، اصول، اندیشه‌ها و رفتارها را مورد قضاوت قرار داد.  
 مقاله‌ای را مطالعه می‌کنید، چگونه درباره خوب بودن مقاله مزبور قضاوت می‌کنید؟ و یا به چه شکل در مورد کاریک دانشمند داوری می‌کنید؟ چگونه ارزش غذایی یک خوراک سنجیده می‌شود؟ یکی از بارزترین هدف‌های معلمان علوم آن است که شاگردان خود را از معیارهای لازم برای قضاوت در باره واقعیتها و امور مسلم، ثنورها و نتایج آنها مطلع سازند. (توجه شود که هدف آموزشی در این سطح پایین از تفکر، آگاهی از وجود معیار است و نه به کار بستن آن در ارزیابی) ارزیابی و قضاوت در سطوح بالای بعدی بررسی خواهند شد.  
 مثال ۱- یک راه ساده برای تشخیص آزمایشگاهی فلز از غیر فلز، بررسی:

- ۱- قابلیت حل شدن در آب است.
  - ۲- میزان انرژی یونیزاسیون آن است.
  - ۳- استحکام آن است. ۴- آرایش الکترونی آن است.
- مثال ۲- کدام ماده اسید به شمار می‌رود؟  
 (۱) محلول فلز فالتین را قرمز رنگ می‌کند.  
 (۲) پس از تفکیک، یون تی‌دیروژن آزاد کند.  
 (۳) محلول تورنسل را آبی رنگ کند.  
 (۴) همواره نمک اسیدی پدید آورد.
- مثال ۳- کدامیک از ویژگیهای زیر برای قضاوت درباره میزان خواص فلزی یک عنصر وسیله مناسبی «به شمار نمی‌رود»؟  
 ۱- قابلیت ترکیب با اکسیژن ۲- انرژی یونیزاسیون  
 ۳- آرایش الکترونی ۴- بررسی خواص اکسید آن فلز

۱/۲۵ - آگاهی از روشها

منظور، شناخت روشهای کشف و تحقیق درباره پدیده‌ها یا مواد، تکنیکهای کار، مراحل روش علمی و چگونگی حل مسائل و یا چگونگی استفاده از جدول تناوبی و غیره است. در این باره لزومی ندارد که فراگیر اینگونه روشها را به کار برد، بلکه فقط از چگونگی وماهوت روشها یا خبر باشد. به کار بستن روشها نیاز به فعالیت ذهنی سطح بالاتری دارد (مثلاً سطح ۳/۵۰ که بعداً بررسی می‌شود).  
 مثال ۱- در کار کردن با فلز سدیم، چه نوع نکات ایمنی را باید رعایت کرد؟

بالاتری است. به مثالهایی از پنج سطح فرعی زیر توجه شود:

۱/۲۱ - آگاهی از قراردادهای (معانی متعارف):

مثال ۱- کدامیک از تعابیر زیر در مورد پیل یا الکترولیز درست است؟  
 ۱- در پیل، قطب مثبت آند است.  
 ۲- در پیل، قطب منفی کاتد است.  
 ۳- در الکترولیز، قطب مثبت آند است.  
 ۴- در الکترولیز، قطب منفی آند است.  
 مثال ۲- کدام مقایسه در مورد ترازهای انرژی اتم درست است؟

- ۱- سطح ۴s بالاتر از ۳d است.
- ۲- سطح ۶s بالاتر از ۵d است.
- ۳- سطح ۵d بالاتر از ۴f است.
- ۴- سطح ۷s پایین‌تر از ۵f است.

۱/۲۲ - آگاهی از روندها و توالی‌ها:

مثال ۱- کدام یک از نمودارهای زیر، نشان‌دهنده قابلیت حل شدن نیترات پتاسیم به ازاء افزایش دماست؟ (نمودارها ترسیم می‌شوند که در اینجا از رسم شکل صرف نظر کرده‌ایم)

۱- AB ۲- CD ۳- EF ۴- GH

مثال ۲- کدامیک از مراحل پر شدن اربیتالها در ام، از چپ به راست نادرست است؟

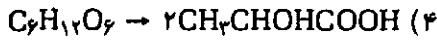
- (۱) ۴p - ۳d - ۴s (۲) ۴f - ۵d - ۴s  
 (۳) ۴f - ۵d - ۶p (۴) ۴f - ۵d - ۶p

مثال ۳- به فرض آنکه حجم گازی ثابت بماند، با گرم کردن مقدار معینی از آن، چه شرایطی روی می‌دهد؟  
 ۱- از فشار گاز کاسته می‌شود.  
 ۲- فشار گاز تغییر نمی‌کند.  
 ۳- مولکولها سریعتر حرکت می‌کنند.  
 ۴- گاز متراکم شده و مایع می‌شود.  
 مثال ۴- هر یک از مشخصات زیر، با افزایش عدد اتمی در گروه‌های اصلی فلز، کاهش یا افزایش می‌یابد؟  
 ۱- انرژی یونیزاسیون ۲- الکترونگاتیوی  
 ۳- شعاع اتمی

۱/۲۳ - آگاهی از طبقه‌بندیها و مقوله‌ها

مثال ۱- کدامیک از پدیده‌های زیر را، می‌توان تغییر شیمیایی به حساب آورد؟  
 ۱- تبخیر الکل ۲- انجماد آب ۳- بد بو شدن کره ۴- ذوب شدن کره  
 مثال ۲- کدامیک از ذرات زیر الکترونیل است؟





- مثال ۲ - کدامیک از تمیمهای زیر در ارتباط با حل شدن نمکهای فلزی «نادرست» است؟
- ۱) همه نمکهای ساده فلزات قلیایی محلول هستند.
  - ۲) همه فلزهای قلیایی خاکی به صورت سولفات رسوب می کنند.
  - ۳) اغلب سولفیدهای فلزات سنگین در آب نامحلولند.
  - ۴) همه نیتراتهای فلزی در آب محلول هستند.

### ۱/۳۲ - آگاهی از نظریه‌ها و ساختارهای کلی

منظور، آگاهی از اصول و تمیمها به انضمام روابط درونی آنها که بیان کننده نظریه‌های روشن، سیستماتیک و منظم از یک پدیده یا مسأله پیچیده است. اینها درحقیقت عالیترین مرحله بیان انتزاعی را درمورد روابط میان اشیاء و پدیده‌ها بیان می کنند، تفاوت این بند با بند قبلی ۱/۳۱ مانند تفاوت ساختار کلی خانه و اجزای آن است. از این رو می توان چندین اصل را با هم ترکیب و ادغام کرد و سپس به تئوری جامعی رسید.

مثال ۱ - تغییر تدریجی خواص فلزی و غیر فلزی در یک دوره از جدول تناوبی، بیشتر به کدامیک از عوامل زیر مربوط است؟

- ۱ - کاهش تدریجی حجم اتم
  - ۲ - افزایش تدریجی بار هسته
  - ۳ - افزایش تدریجی الکترونگاتیوی
  - ۴ - افزایش تدریجی انرژی یونیزاسیون
- مثال ۲ - دانشمندان بیشتر بر چه اساسی به مفهوم تناوب در خواص عناصر پی بردند؟

- ۱) مقایسه خواص فلزها با غیر فلزها
- ۲) مقایسه جرم اتمی عناصر
- ۳) تکرار خواص در برخی عناصر و ترکیبات آنها
- ۴) وجود رابطه مستقیم بین جرم اتمی و خواص هر عنصر

ادامه دارد

مثال ۲ - اقدامات زیر در برخی مراحل روش علمی به کار می رود.

- ۱ - امتحان صحت نظام از طریق تعمیم دادن آن به موارد دیگر و ارزیابی نتایج.
  - ۲ - پیشنهاد يك نظام یا فرضیه.
  - ۳ - جستجوی روابط علت و معلولی
  - ۴ - طبقه بندی داده‌ها
  - ۵ - جمع آوری حداکثر مشاهده‌ها
  - ۶ - پی بردن به وجود مسأله یا معما
- کدام توالی زیر از لحاظ تقدم و تأخر مراحل روش علمی «نادرست است»؟

۱) ۲، ۳، ۴

۲) ۱، ۲، ۳، ۴

مثال ۳ - يك مورد کاربرد برای جدول تناوبی عبارت بود از:

- ۱) پیشگویی میزان حل شدن گازها
- ۲) پیشگویی میزان یونیزه شدن ترکیبات در آب
- ۳) پیشگویی وجود برخی عناصر مجهول
- ۴) پیشگویی جرم موکولی دقیق ترکیبات.

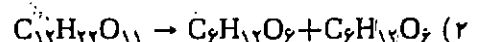
### ۱/۳۰ - آگاهی از اختصارات، جمع بندیها و کلیات

منظور، شناخت مفاهیم کلی و اساسی، همچنین طرحهای ذهنی و تمیمهای جامع است که از کنار هم قرار گرفتن تعداد واقعه‌های علمی و رسیدن به يك جمع بندی، به دست می آیند. می دانیم که اگر واقعه‌ها را به طور جداگانه از یکدیگر بیاموزیم، به سختی در ذهن می ماند و توان استفاده از آنها در موقعیتهای دیگر کم است. فراگیر به کمک این مفاهیم کلی و جامع هم تک تک واقعه‌های جدید را راحت تر درک می کند و هم آنها را به آسانی به خاطر می آورد.

### ۱/۳۱ - آگاهی از اصول و تمیمها

آگاهی از برخی اختصارات، جمع بندیها و کلیات در هر رشته علمی اهمیت دارد. يك مفهوم کلی یا يك واژه بسیاری داده‌ها و مشاهده‌ها را به طور جامع در خود خلاصه می کند. از این رو در تفسیر، توصیف، پیشگویی و تصمیم گیری بعدی ارزش زیادی دارد. البته منظور ما در این سطح فقط شناخت و به خاطر سپردن این واژه‌ها یا مفاهیم کلی است، نفس عمل جمع بندی و مفهوم سازی نیاز به سطوح تفکری خیلی بالاتر دارد که بعداً بررسی می شوند.

مثال ۱ - کدامیک از معادله‌های زیر، بیانگر پدیده تخمیر است؟



**ماده و انرژی:** هر چیزی که دارای جرم بوده و فضایی را اشغال کند ماده نامیده می‌شود. تمام اشیای موجود در جهان، چون دارای جرم بوده و فضایی را نیز اشغال می‌کنند، بنابراین از ماده تشکیل شده‌اند.

دانشمندان شیمی معتقدند که ماده تشکیل دهنده فیزیکی جهان است. مشخصات فضای اشغال شده توسط يك ماده معین به وسیله حس بینایی و یا حس لامسه، اغلب به آسانی قابل تعیین است.

به عنوان مثال، با دیدن يك ماده، فوراً می‌توان درباره بزرگی و یا کوچکی آن قضاوت نمود همین‌طور، با چشم بسته و با در دست گرفتن يك توپ، می‌توان بزرگی و یا کوچکی (فضای اشغال شده توسط آن توپ) آن را حدس زد (تخمین زد) مشخصات جرم يك شئی بستگی به مقدار ماده تشکیل دهنده آن شئی دارد، از این‌رو نیروی لازم جهت دادن شتاب معین به يك شئی و یا مقاومت يك شئی جهت در حال حرکت بودن (اینرسی inretia)، بستگی به مقدار جرم دارد.

### انرژی (Energy).

دانشمندان انرژی را به صورت زیر تعریف می‌کنند که در کتاب‌های شیمی سال‌های اخیر کشورهای مختلف جهان نوشته شده است:

انرژی، ظرفیت برای انجام کار یا انتقال گرماست. کار ( $w$ ) با حاصلضرب نیرو ( $f$ ) و فاصله ( $d$ ) ای که در آن نیرو حرکت می‌کند معین و اندازه گیری می‌شود و با رابطه زیر نشان داده می‌شود:

$$w = f \times d$$

بنابراین، انرژی لازمه انجام کار است.

به طور کلی می‌توان گفت که ماده تشکیل دهنده اجسام جهان است و انرژی حرکت دهنده اجسام.

### صورت‌های انرژی

انرژی به صورت‌های گوناگون وجود دارد که عبارتند از گرما (انرژی گرمایی)، نور (انرژی تابشی)، انرژی شیمیایی، انرژی مکانیکی و انرژی الکتریکی هم‌چنین دانشمندان، صورت‌های مختلف انرژی را به دو نوع نیز تقسیم کرده‌اند: انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل. انرژی جنبشی، انرژی که يك جسم در اثر جنبش (حرکت) دارا می‌باشد، انرژی جنبشی آن جسم نامیده می‌شود.

مقدار انرژی جنبشی يك جسم، بستگی به جرم جسم ( $m$ ) و سرعت ( $v$ ) آن دارد که با رابطه ریاضی

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2$$

نشان داده می‌شود.

به عبارت دیگر، هرچه جرم جسم در حال حرکت بیشتر

این مقاله در ارتباط با فصل اول و دوم شیمی سالهای اول تجربی - ریاضی و فیزیک، علوم انسانی و کتابهای تجربی دوره راهنمایی تهیه شده است.

## بعضی از مفاهیم

## اساسی

### علی‌اکبر نوروزی

**مقدمه:** در این مقاله بعضی از مفاهیم و تعریف‌ها که مکمل فصول اول و دوم کتاب دانش آموز می‌باشند به اختصار ذکر می‌شود. به عبارت دیگر احساس می‌شود که برای تدریس فصول اول و دوم کتاب دانش آموز، مطالعه این مفاهیم نیز ضروری است و مدرس را جهت تدریس بهتر فصول یاد شده یاری خواهد کرد. از آنجایی که کتابهای شیمی چهار ساله دبیرستان رشته‌های علوم تجربی، ریاضی و فیزیک، يك دوره مختصر شیمی عمومی است. لذا مطالب این مقاله نیز بر اساس مقدمه يك دوره شیمی عمومی نوشته شده است.

مشتق شود. در جدول زیر هفت واحد اصلی نوشته شده است:

مقدار فیزیکی (خواص فیزیکی)	نام واحد	علامت اختصاری
۱- طول (length)	متر	m
۲- جرم (mass)	کیلوگرم	Kg
۳- زمان (time)	ثانیه	sec یا s
۴- جریان الکتریکی (electric current)	آمپر	A
۵- دمای ترمودینامیکی (thermodynamic temperature)	کلوین	K
۶- شدت روشنایی (Luminous intensity)	شیع	Cd
۷- مقدار جسم (moment of Substance)	مول	mol

پیشوندها که به اول نام واحد اضافه می گردند، مشخص کننده اجزاء یا اضعاف واحدهای اصلی می باشد که در جدول زیر بعضی از آنها نوشته شده است.

پیشوندهایی انتخابی که در سیستم متری به کار می روند

پیشوند	علامت اختصاری	معنی	مثال
مگا	M	$10^6$	متر $1 \text{ Mm} = 1 \times 10^6$ مگامتر
کیلو	K	$10^3$	متر $1 \text{ Km} = 1 \times 10^3$ کیلومتر
میکرو	$\mu$	$10^{-6}$	متر $1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6}$ میکرومتر
نانو	n	$10^{-9}$	متر $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9}$ نانومتر
پیکو	p	$10^{-12}$	متر $1 \text{ Pm} = 1 \times 10^{-12}$ پیکومتر
دسی	d	$10^{-1}$	متر $1 \text{ dm} = 1 \times 10^{-1}$ دسیمتر
سانتی	c	$10^{-2}$	متر $1 \text{ c} = 1 \times 10^{-2}$ سانتیمتر
میلی	m	$10^{-3}$	متر $1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3}$ میلیمتر

## جرم و وزن

جرم مقدار ماده ای است که در یک جسم وجود دارد و آن نیرویی که لازم است به جسم شتاب معینی بدهد یک مقدار از جرم آن است.

جرم یک جسم مقدار غیر قابل تغییر است. وزن یک جسم عبارت از نیروی جاذبه ای است که از طرف زمین به آن

جسم وارد می شود و قابل تغییر است. چون نیروی جاذبه، بستگی به فاصله جسم از مرکز زمین دارد.

از این رو دانشمندان مقادیر ماده را بر حسب جرم اندازه می گیرند (چون جرم غیر قابل تغییر است). گرچه به کاربردن وزن و جرم به جای یکدیگر صحیح نیست ولی معمولاً به جای یکدیگر به کار برده شده اند، جاذبه (جاذبه ثقلی gravitational attraction) بین دو جسم، بستگی به جرم آنها و فاصله بین آنها دارد.

وسیله معمولی که می توان جرم را با آن اندازه گرفت ترازو نام دارد در فرایند توزین جرم جسم با جرم استاندارد معینی مقایسه می شود.

واحد جرم در سیستم بین المللی واحدها (SI) کیلوگرم

بوده و نیز هر چه سرعت آن بیشتر باشد انرژی جنبشی آن جسم بیشتر بوده و توانایی انجام کار بیشتری را دارد.

واحد SI انرژی ژول می باشد که با حرف [ نشان داده می شود.

یک ژول برابر  $1 \text{ Kg} - \text{m}^2 / \text{Sec}^2$  می باشد که برابر با انرژی جنبشی متعلق به یک جرم دو کیلوگرمی در حال حرکت، سرعت یک متر بر ثانیه است.

$$E_K = \frac{1}{2} (2 \text{ Kg}) (1 \text{ m/Sec})^2 = 1 \text{ Kg} - \text{m}^2 / \text{Sec}^2 = 1 \text{ J}$$

انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل عبارت است از انرژی که یک جسم با توجه به موقعیت، شرایط یا ذرات تشکیل دهنده خود دارا می باشد. مثلاً آب در بالای آبشار دارای انرژی پتانسیل بوده و این انرژی مربوط به موقعیت آن می باشد، چون اگر آب آبشار بر روی صفحه نیدروالکترونیک بریزد کار انجام گرفته و الکتریسته (برق) تولید می شود.

یک فنر فشرده به علت فشردگی، می تواند کاری انجام دهد (مثلاً عقربه های ساعت را به حرکت در می آورد). گفته می شود که گاز طبیعی دارای انرژی پتانسیل می باشد. چون به هنگام سوختن، گرما تولید کرده و کار انجام می دهد مثلاً توربین بخار را به کار می اندازد.

چنانچه شرایط مناسب باشد صورتی از انرژی به صورت دیگر می تواند تبدیل گردد.

مقدار یک صورت از انرژی به طور کامل به صورت دیگر تبدیل نمی شود. مثلاً در حدود ۱۰ درصد از انرژی شیمیایی حاصل از سوختن بنزین در اتومبیل های معمولی به انرژی مکانیکی تبدیل می گردد که باعث حرکت اتومبیل می گردد. و بقیه به صورت گرما در محیط وارد می شود.

در نهایت می توان گفت که اغلب انرژی حاصل از زغال سنگ و نفت به گرما منتهی می گردد. وقتی مقدار زیادی از این گرما فضای کوچکی از محیط متراکم شود، گویند تکاثف گرما نتیجه می شود.

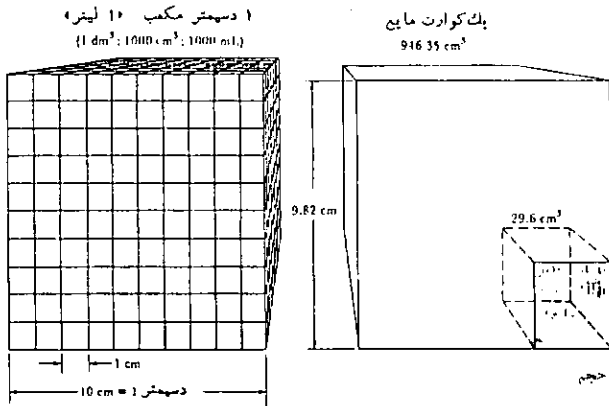
## اندازه گیری سیستم متری

در هر کار کمی لازم است که سیستم واحدهای اندازه گیری را داشته باشیم. در کارهای علمی، تمام دنیا از سیستم متری اوزان و مقادیر استفاده می شود.

یک نوع سیستم واحدها به عنوان سیستم واحدهای بین المللی (international system of units) (SI) معروف بوده که در سال ۱۹۶۰ توسط کنفرانس عمومی اوزان و مقادیر پیشنهاد شده است. علامت SI از کلمات فرانسوی -Système international گرفته شده است.

واحدهای سیستم SI با هفت واحد اصلی شروع می شود و از این هفت واحد، واحدهای اوزان و مقادیر دیگر می تواند

$10^{-3}$  متر مکعب است. بنابراین  $\frac{1}{1000}$  یک لیتر برابری یک میلی لیتر بوده و مساوی یک سانتیمتر مکعب است. وسایلی که برای تعیین حجم مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از: بالون ژوژه، بورت، پی پت و استوانه مدرج در بعضی از کشورها، جهت اندازه گیری مایعات، از واحد دیگری به نام کوارت (quart) نیز استفاده می کنند. هر کوارت برابر با  $946/35$  سانتیمتر مکعب است. در شمای زیر مقادیر معمولی حجم، با یکدیگر مقایسه شده است.



**جرم حجمی (density):** جرم حجمی را، وزن حجمی، چگالی و دانسیته نیز گفته اند. یکی از خواص فیزیکی جامد، مایع و یا گاز، جرم حجمی آن می باشد دانشمندان جرم حجمی را به صورت جرم جسم تقسیم بر حجم آن تعریف کرده اند و یا به عبارت دیگر می توان گفت جرم حجمی عبارت است از جرم واحد حجم که به وسیله رابطه ریاضی زیر نشان داده می شود:

$$D = \frac{M}{V} \text{ یا } \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \text{جرم حجمی}$$

جرم حجمی معمولاً بر حسب واحد گرم بر سانتیمتر مکعب ( $g/cm^3$  یا  $g/cm^3$  یا  $g/ml$ ) بیان می گردد. جرم حجمی چند جسم معمولی در جدول زیر نشان داده شده است:

جرم حجمی ( $g/cm^3$ )	جسم
0/001	هوا
0/16	چوب (سنگ)
1	آب
2/16	نمک طعام
7/9	آهن
19/32	طلا
13/5339	جیوه

استاندارد می باشد و کیلوگرم استاندارد عبارت است از استوانه ای از آلیاژ پلاتین - ایریدیوم (platinum-iridium) که در اداره اوزان و مقادیر درسوز (sèvres) فرانسه نگهداری می شود. در این مورد نوشته قسمتی از کتاب شیمی عمومی در زیر آورده شده است:

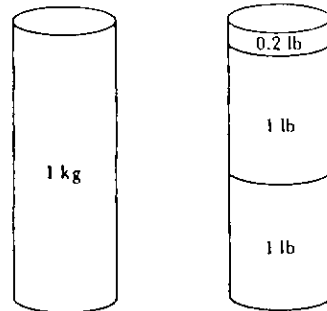
The unit of mass in the international System of units (SI) is the Standard Kilogram, which is a cylinder of platinum - iridium alloy kept at the international Bureau of weights and Measures at Sévres, France.

گرم برابر  $\frac{1}{1000}$  جرم کیلوگرم استاندارد بوده و خیلی

نزدیک به جرم یک سانتیمتر مکعب آب چهار درجه سلسیوس است. چهار درجه، دمایی است که در آن دما، چگالی آب، ماکزیمم است.

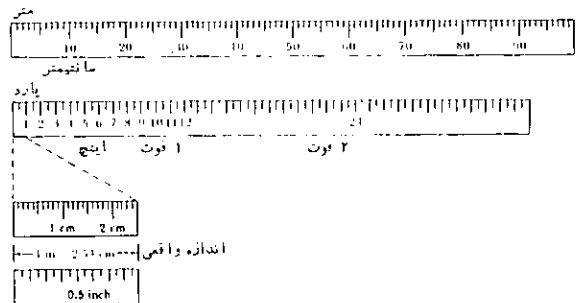
هر کیلوگرم  $2/2$  پوند می باشد پوند را با علامت lb

نشان می دهند.



$$1Kg = 2/2 lb$$

**طول (length):** واحد SI طول، متر (m) است. با مقایسه مقدار بین سیستم متری و سیستم انگلیسی، که در آن یارد  $1 = 1/094$  متر می باشد می توان گفت که متر کمی از یارد بیشتر است. شکل زیر مقایسه بین مقادیر طول در سیستم متری و انگلیسی را نشان می دهد.



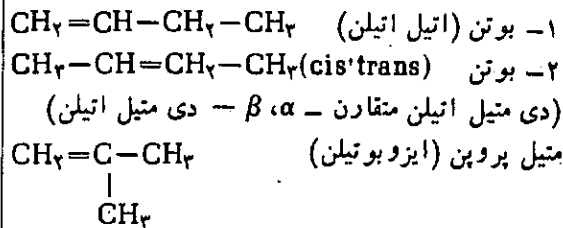
مقایسه مقادیر معمولی طول

**حجم (volume):** اندازه گیری حجم یک جسم معمولاً از اندازه گیری وزن آن آسانتر است، مخصوصاً وقتی که جسم، حالت مایع و یا به حالت گازی باشد.

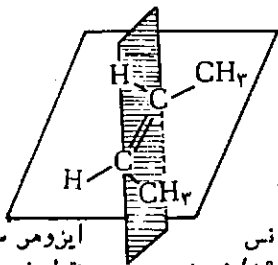
حجم یک جسم، مقدار فضایی است که آن جسم اشغال می کند. واحد حجم لیتر (litre) می باشد در واحد SI برابر

# پاسخ پرسشهای

۴۳- بوتن (بوتیلن)  $C_4H_8$  به صورت ۵ ایزومر وجود دارد که عبارتند از:

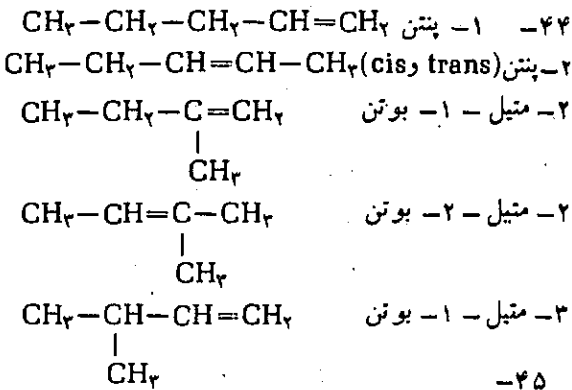


(دی متیل اتیلن نامتقارن -  $\alpha, \alpha$  - دی متیل اتیلن)  
 فرمولهای ساختمانی ایزومرهای هندسی ۲- بوتن چنین

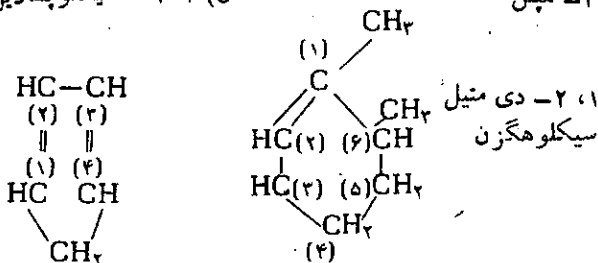


است:

ایزومر ترانس نقطه ذوب  $105/8^\circ C$  -  
 نقطه جوش  $0/96^\circ C$  +  
 ایزومر سیس نقطه ذوب  $139/3^\circ C$  -  
 نقطه جوش  $3/70^\circ C$  +



۴۵- (a) ۱- هگزن (b) ۲- متیل - ۳- هگزن (سیس و ترانس)  
 (c) ۳، ۲- دی متیل - ۲- بوتن. (d) ۲، ۶، ۶- تری متیل -  
 ۳- هپتن (e) ۳، ۱- سیکلوهپتادین



گاهی اصطلاح جرم جسمی و وزن از نظر مفهوم با یکدیگر اشتباه می‌شوند. وقتی گفته می‌شود که آهن سنگین تر از هواست یعنی جرم حجمی آهن از جرم حجمی هوا بیشتر است. ولی یک کیلوگرم آهن، همان جرم یک کیلوگرم هوا را دارد.

معمولاً با اندازه‌گیری جرم حجمی مواد، می‌توان آن‌ها را از یکدیگر شناخت. چون به ندرت ممکن است که دو ماده، جرم حجمی یکسانی داشته باشند. یک میلی لیتر جیوه (یک مایع است) در  $25^\circ C$ ، جرمی برابر با  $13/5239$  گرم دارد و گفته می‌شود که جرم حجمی جیوه برابر  $11/5339 \text{ g/ml}$  است. جرم حجمی آب در  $25^\circ C$ ، برابر  $0/99707 \text{ g/cm}^3$  است (در  $4^\circ C$ ).

مثال: جرم حجمی محلول اسید سولفوریک ۳۸ درصد وزنی برابر  $1/3 \text{ g/ml}$  می‌باشد. چند گرم اسید سولفوریک خالص در ۴۰۰ میلی لیتر محلول وجود دارد؟

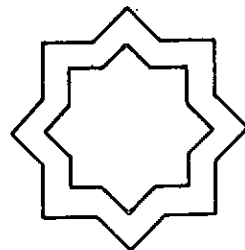
حل: یک میلی لیتر محلول اسید سولفوریک جرمی برابر  $1/3$  گرم دارد. پس ۴۰۰ میلی لیتر محلول جرمی برابر  $400 \times 1/3 = 520$  خواهد داشت چون:

$$D = \frac{M}{V} \rightarrow 1/3 = \frac{M}{400} \quad M = 520 \text{ گرم}$$

چون ۳۸ درصد وزنی محلول، اسید سولفوریک خالص است پس تعداد گرم‌های اسید سولفوریک خالص در ۵۲۰ گرم محلول برابر  $520 \times \frac{38}{100} = 198$  خواهد بود.

دنباله دارد

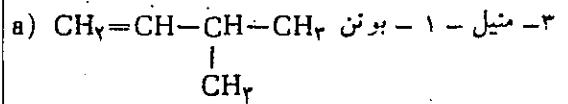
۱- واحد SI در همین مقاله توضیح داده خواهد شد.



# شیمی آلی مندرج در شماره ۱۰۵

۴۶- (a) وینیل (b) آلیل (c) پروپیل (ایزو- پروپیل) (d) ۱- پروپیل (e) وینیل Vinylene (f) ایتیلیدن Ethylidene

-۲۷



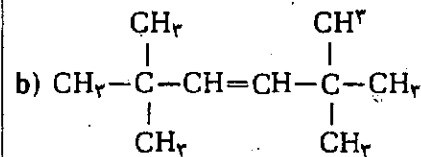
توجه

این جسم (ایزوپروپیل اتیلن) از جانشین شدن بنیان ایزوپروپیل  $-\text{CH}-\text{CH}_3$  به جای یکی از تیدروژنهای اتیلن



نتیجه شده است

۲۰۲، ۵۰۵ - تترامیل - ۳ - هگزن

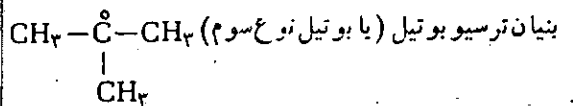


توجه ۱

sym - di - tert - butyl ethylene

این جسم (دی ترسیو بوتیل اتیلن متقارن) با قرار گرفتن دو بنیان ترسیو بوتیل به جای دو اتم تیدروژن اتیلن در طرفین پیوند دو گانه نتیجه می شود و دارای ایزومر هندسی است.

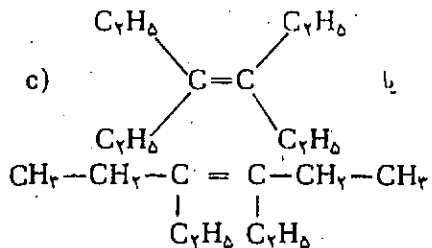
توجه ۲



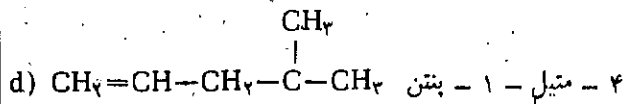
است.

توجه ۳

در صورتیکه دو بنیان بوتیل نوع سوم به جای دو اتم تیدروژن در یک طرف پیوند دو گانه در مولکول اتیلن قرار گیرد، ذی ترسیو بوتیل نامتقارن حاصل می شود و ایزومر هندسی ندارد.

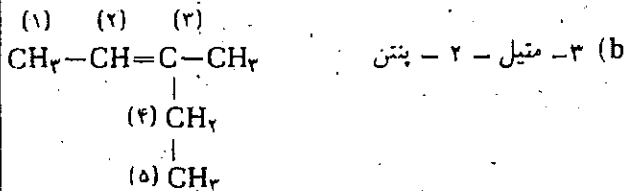
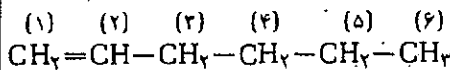


۴۳- دی اتیل - ۳ - هگزن  
 این جسم (تترا اتیل اتیلن) با قرار گرفتن چهار بنیان اتیل به جای اتمهای هیدروژن اتیلن نتیجه می شود.

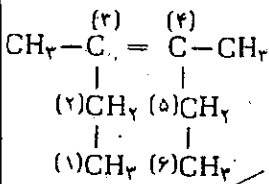


این جسم با قرار گرفتن بنیان ایزو بوتیل  $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$  به جای یکی از اتمهای مولکول اتیلن حاصل می شود.

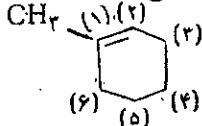
۴۸- (a) ۱- هگزن



(c) ۳، ۴ - دی منیل - ۳ - هگزن



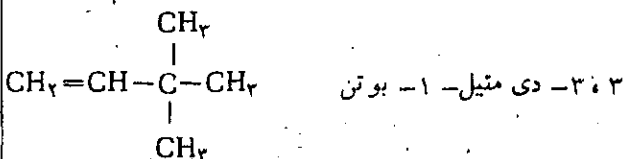
(d) در نام این جسم اشتباهی نیست (e) ۱- منیل سیکلو هگزن



توجه

در نامگذاری این شماره گذاری از کربنی شروع می شود که دارای شاخه و همچنین دارای پیوند دو گانه است و به سمت کربن دیگر دارای پیوند دو گانه ادامه می یابد به این ترتیب ترکیبی به نام ۲- منیل سیکلو هگزن وجود ندارد.

۴۹- سه ایزومر به ترتیب زیر می توان رسم کرد:

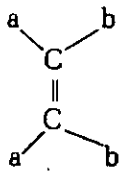




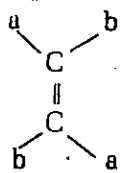
دو گانه (C=C ، C=N- یا -N=N-) و همچنین در ترکیبات حلقوی مشاهده می شوند.

۲- در ترکیبات دارای پیوند C=C، ایزومری هندسی هنگامی وجود دارد که هر یک از کربنهای دارای پیوند دو گانه به دو گروه استخلافی متفاوت، متصل شده باشند و چنانچه در یکی از آنها، دو گروه استخلافی یکسان باشد. ایزومری هندسی وجود نخواهد داشت.

۳- در مواردی که دو گروه از گروههای متصل به دو کربن، یکسان باشد. هر گاه دو گروه مشابه در یکطرف پیوند دو گانه باشند، آرایش سیس cis و در غیر این صورت آرایش ترانس trans نامیده می شود.



آرایش سیس

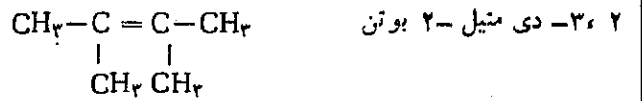
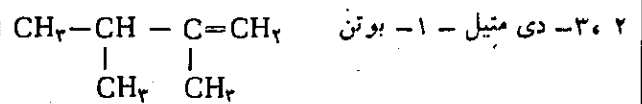
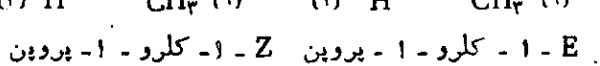
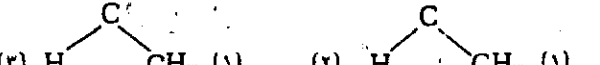
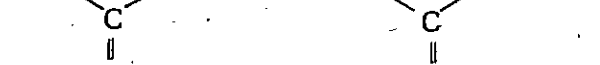
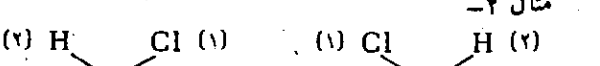
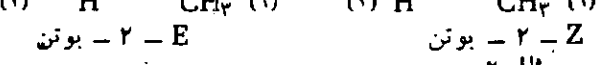
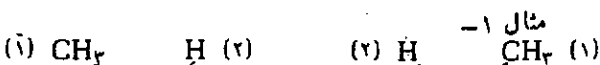


آرایش ترانس

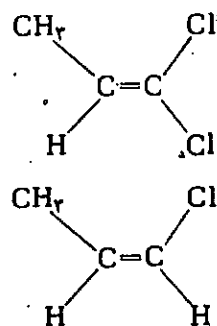
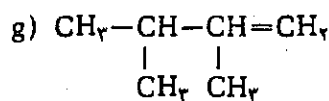
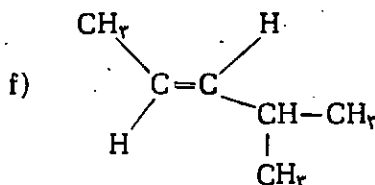
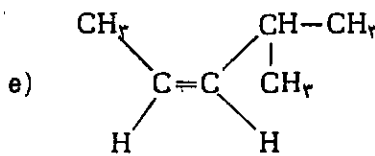
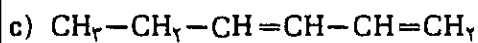
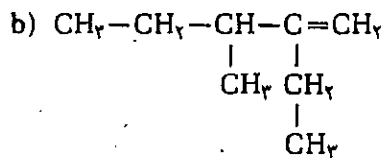
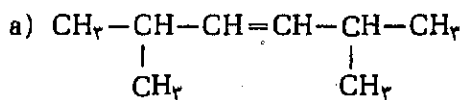
۴- در مواردی که چهار گروه متصل به کربنهای دارای پیوند دو گانه متفاوت باشند برای مشخص کردن ایزومرها از روشهای زیر استفاده می شود:

a- برای گروههای استخلافی متصل به کربن متصل به کربن دو گانه با توجه به عدد اتمی عنصری که به کربن متصل است یک نوع «حق تقدم» در نظر گرفته می شود. بدین ترتیب که برای عنصری که عدد اتمی بیشتر دارد حق تقدم «۱» و برای عنصری که عدد اتمی کمتر دارد حق تقدم «۲» در نظر گرفته می شود.

b- گروههایی که دارای حق تقدم «۱» می باشند چنانچه در یک طرف پیوند دو گانه قرار داشته باشند آرایش مورد نظر را با حرف Z (از کلمه آلمانی Zusammen به معنی «با هم») مشخص کنند و چنانچه در دو طرف پیوند دو گانه قرار داشته باشند آرایش حاصل با کلمه E (از کلمه Entgegen به معنی «این طرف و آن طرف») نشان داده می شود.



-۵۰



۱- کلروپروپن ترانس

۱- کلروپروپن سیس

۵۲- (a) - ۲- هگزن (دارای ایزومری هندسی است)

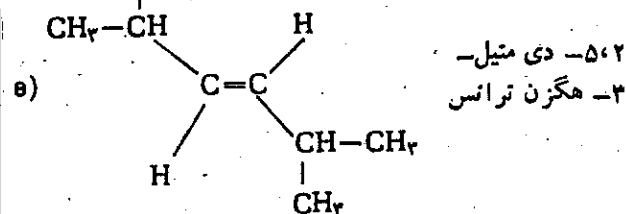
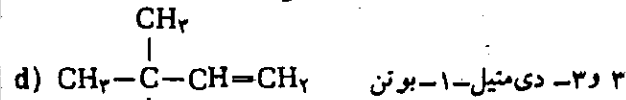
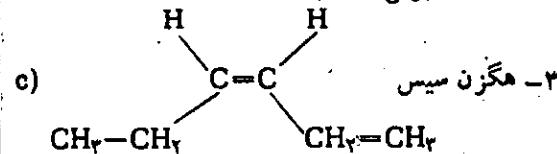
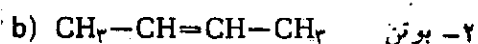
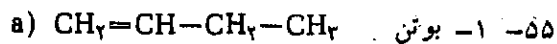
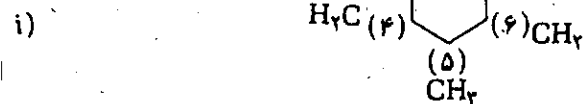
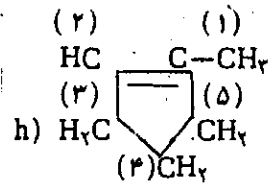
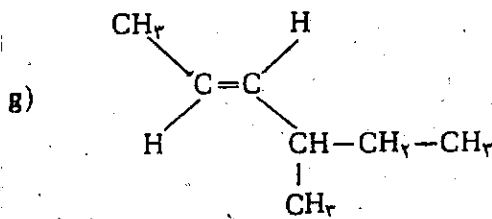
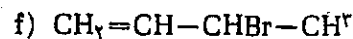
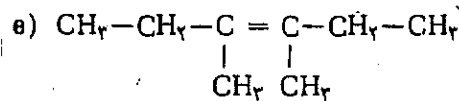
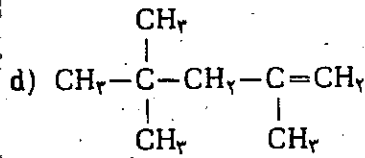
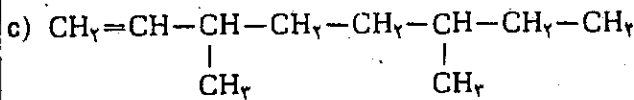
(b) - ۴- کلرو - ۲- پنتن (ایزومر هندسی دارد)

(c) - ۲، ۳- دی برومو - ۲- بوتن (ایزومر هندسی دارد)

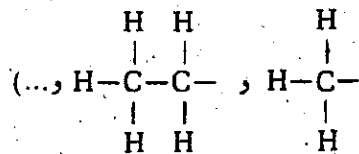
(d) - ۳- متیل - ۱- بوتن (ایزومر هندسی ندارد)

توضیحی در مورد ایزومرهای هندسی

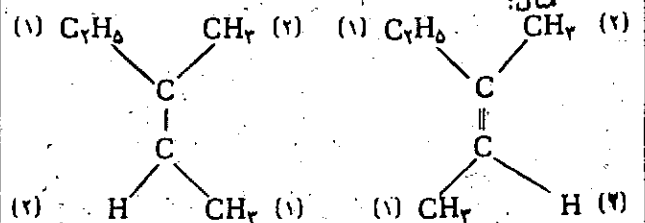
۱- ایزومرهای هندسی در ترکیبات دارای پیوند



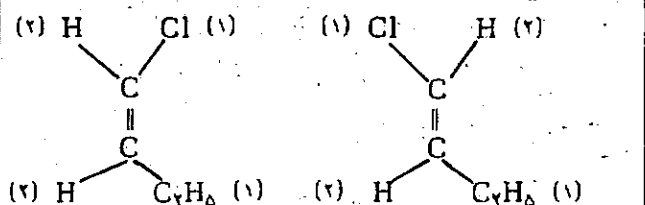
c-اگز در گروه‌های استخلافی، يك يا چند اتم كه به دنبال هم به كرين اتيلى متصل شده‌اند يكسان باشند (مانند



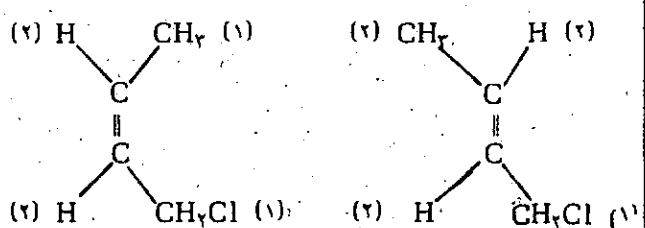
حق تقدم آنها از روی عدد اتمی اولین اتم متفاوت. معین می‌شود. به این ترتیب، در مقایسه دو گروه فوق گروه اتیل دارای حق تقدم (۱) و گروه متیل دارای حق تقدم (۲) می‌باشد. زیرا اولین تفاوت آنها در اتمهای C و H است.



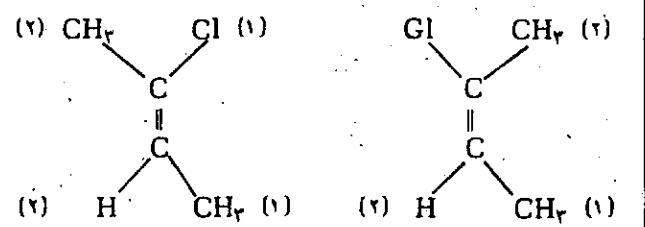
E - ۳- متیل - ۲- پنتن  
Z - ۳- متیل - ۲- پنتن



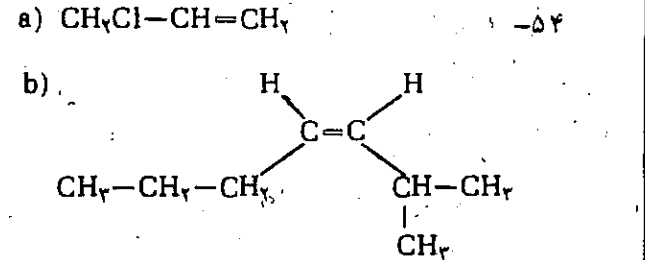
Z - ۱- کلرو - ۲- بوتن  
E - ۱- کلرو - ۱- بوتن

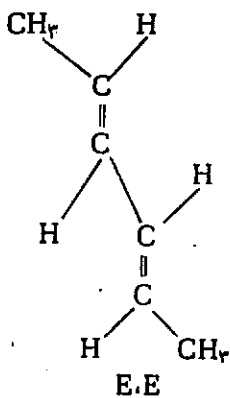
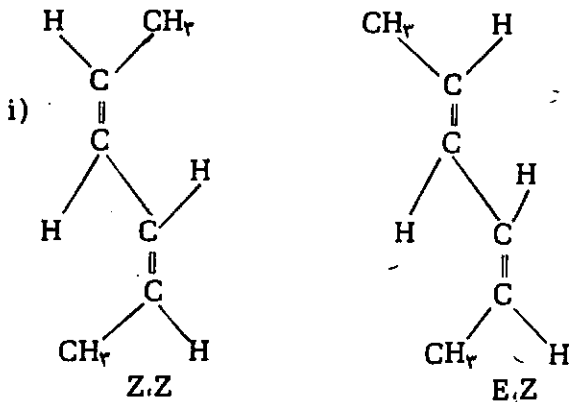
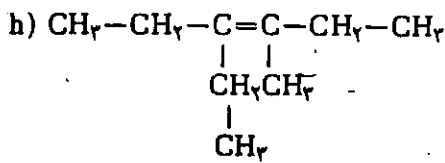


Z - ۱- کلرو - ۲- بوتن  
E - ۱- کلرو - ۲- بوتن



Z - ۲- کلرو - ۲- بوتن  
E - ۲- کلرو - ۲- بوتن





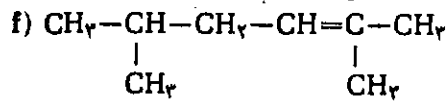
۴،۲ هگزادین

در مورد ترکیباتی که دارای دو یا چند پیوند دوگانه هستند، در صورت وجود ایزومری هندسی، به هر یک از پیوندهای دوگانه می‌توان مستقلآً آرایشهای Z یا E را نسبت داد.  
 ۵۷ - الف - ۱۳ ایزومر هگزیلن (هگزین) بدون در نظر گرفتن ایزومری هندسی عبارتند از:

- ۱- هگزین  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH=CH_2$   
 ۲- هگزین  $CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH-CH_3$   
 ۳- هگزین  $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3$

- ۲ - متیل - ۱ - پنتن  $CH_3-CH_2-CH_2-C=CH_2$   
 $\quad\quad\quad|$   
 $\quad\quad\quad CH_3$   
 ۲ - متیل - ۲ - پنتن  $CH_3-CH_2-CH=C-CH_3$   
 $\quad\quad\quad|$   
 $\quad\quad\quad CH_3$   
 ۴ - متیل - ۲ - پنتن  $CH_3-CH=CH-CH-CH_3$   
 $\quad\quad\quad|$   
 $\quad\quad\quad CH_3$   
 ۴ - متیل - ۱ - پنتن  $CH_2=CH-CH_2-CH-CH_3$   
 $\quad\quad\quad|$   
 $\quad\quad\quad CH_3$

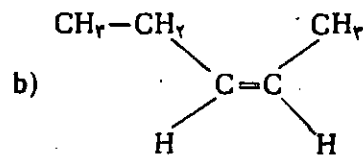
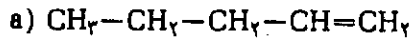
۲،۵ - دی متیل - ۲ - هگزین



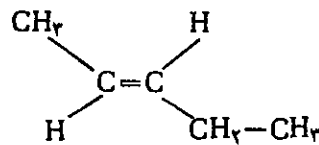
۲ - اتیل - ۱ - بوتن



۱ - (ایزومر هندسی ندارد)



۲ - پنتن سیس



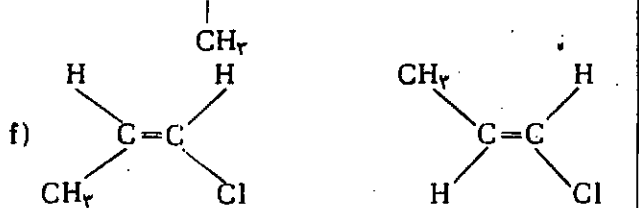
۲ - پنتن ترانس

c)  $CH_2=C-Cl$  (ایزومر هندسی ندارد)



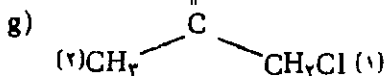
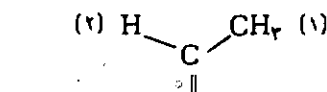
۱،۲ - دی کلرواتن سیس

e)  $CH_3-CH=C-CH_3$  (ایزومر هندسی ندارد)



۱ - کلروپن سیس

۱ - کلروپن ترانس

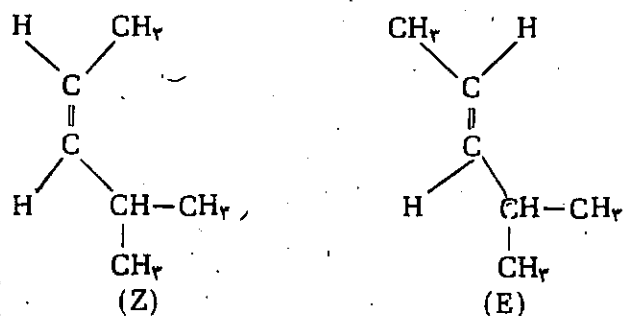


۱ - کلرو - ۲ - متیل - ۲ - بوتن Z

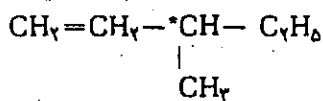


۱ - کلزو - ۲ - متیل - ۲ - بوتن (E)

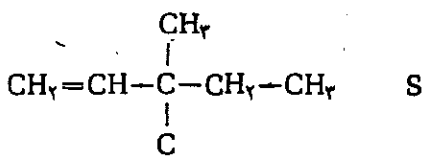
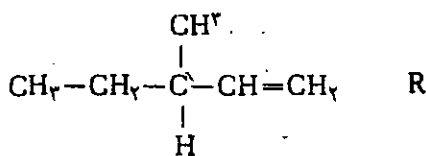
(ایزومر هندسی ندارد)



ج - تنها ایزومر هگزن که دارای کربن نامتقارن بوده و بر نور قطبی شده مؤثر است عبارتست از:



که به صورت دو ایزومر فضایی R و S است که یکی به منزله تصویر دیگری در آئینه می باشد.

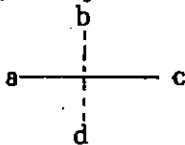


برای نامگذاری ترکیباتی که کربن نامتقارن دارند از قاعده ترتیبی sequence rule یا قاعده R و S استفاده می شود. این روش که به وسیله I.U.P.A.C پذیرفته شده است شامل نکات زیر است:

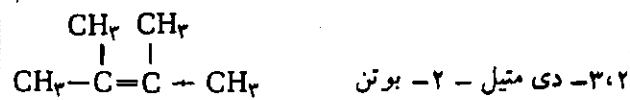
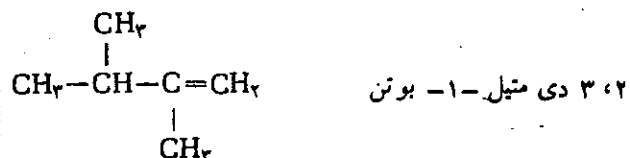
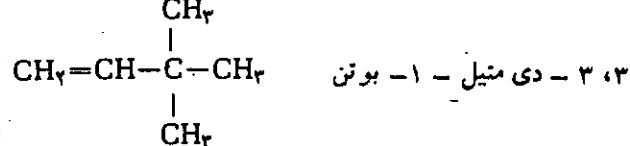
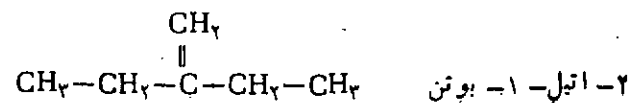
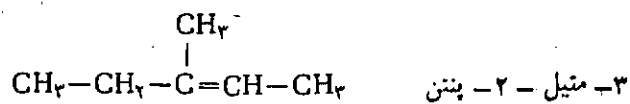
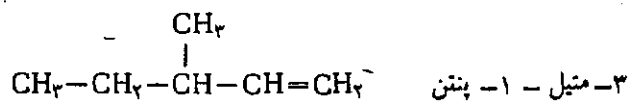
۱- به چهار گروه متصل به کربن نامتقارن با توجه به عدد اتمی عنصری که به کربن نامتقارن متصل است یک نوع «حق تقدم» نسبت داده می شود. بدین ترتیب که برای عنصری که عدد اتمی کمتر دارد حق تقدم کمتر و برای عنصری که عدد اتمی بیشتر دارد حق تقدم بیشتر نسبت داده می شود.

۲- چهار گروه متصل به کربن نامتقارن را به صورت a, b, c, d در نظر گرفته و فرض می کنیم که حق تقدم آنها به صورت  $a > b > c > d$  باشد.

۳- طبق روش تصویری فیشر آرایش فضایی گروهها را در اطراف کربن نامتقارن به صورت مقابل نشان می دهیم.

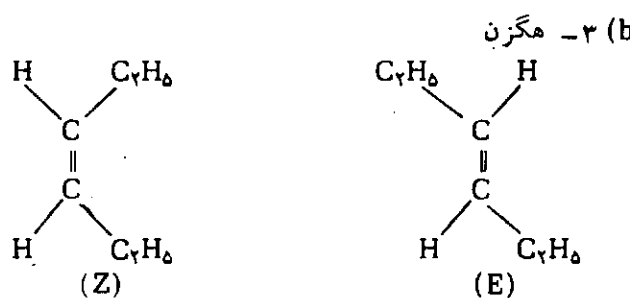
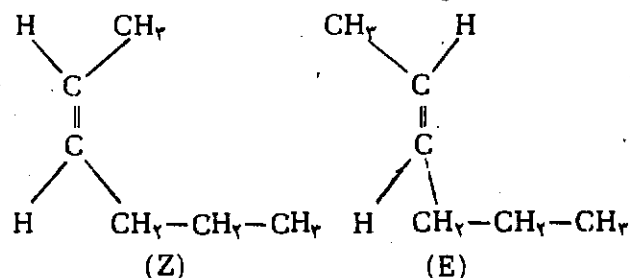


(اتم کربن نامتقارن در محل تلاقی دو خط قرار گرفته است) خط افقی نمایانگر پیوندهایی است که در جلو صفحه

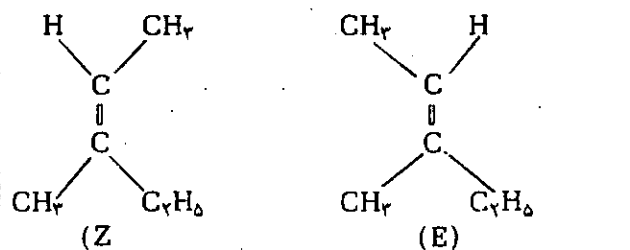


ب - فرمولهای ساختمانی ایزومرهای هندسی هگزن به صورت زیر است:

(a) ۲- هگزن



(c) ۳- متیل - ۲- پنتن



(d) ۴- متیل - ۲- پنتن

$$\frac{336}{21} = 16 \text{ C جرم اتمی}$$

بنابراین C اکسیژن (O) است.

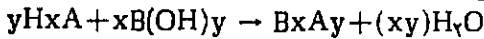
حال می‌توان فرمول ماده مرکب  $A_x B_y C_z$  را به صورت  $Al_2 Cr_6 O_{12}$  نوشت که همان  $Al_2(Cr_2O_4)_3$  یا دیگر وسات آلومینیم می‌باشد.

آقای سعید امینیان از پولادشهر اصفهان نامه زیر را ارسال داشته و درباره محاسبه نرمالینته محلول نمک حاصل از واکنش اسید و باز راه حلی ارائه داده‌اند که آنرا با اندکی تغییر در زیر می‌خوانید:

... اینجانب سعید امینیان دبلمه علوم تجربی مقاله‌ای درباره محاسبه نرمالینته نمکها خدمت اعضای محترم تقدیم می‌دارم. لازم به توضیح است که این محاسبه را با یاری فکر و اندیشه خود انجام داده‌ام و جز افکار خویش و یاری خداوند متعال تکیه‌گناه دیگری نداشته‌ام. البته انگیزه اثبات آن از خودم نیست جریان از اینقرار است که در سال ۶۴-۶۵ معلم شیمی به دانش آموزان سال سوم ریاضی دبیرستانمان مسئله فوق را ارائه داد و یکی از آنها را به حل آن تشویق کرد و من در بهمن ماه از ساعت ۱۲ تا ۳ شب روی مسئله فوق کار کردم و به نتیجه رسیدم و در ضمن اینجانب بعد از خواندن مقاله آقای فرزین حسینی که واقعاً در خور تحسین می‌باشد تصمیم به ارسال آن برای مجله رشد گرفتم.

دو لوله آزمایش یکی حاوی اسیدی به حجم  $V_A$  و نرمالینته  $N_A$  و دیگری شامل بازی به حجم  $V_B$  و نرمالینته  $N_B$  می‌باشد محتویات دو لوله را در یک بشر می‌ریزیم فرض کنیم که دو محلول با یکدیگر واکنش کامل داده و از هیچکدام اضافی باقی نماند و در ضمن نمک تشکیل شده نیز در شرایط آزمایش به صورت محلول بوده و راسب نگردد.

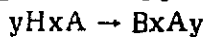
در صورتیکه فرمول اسید را  $H_x A$  و فرمول باز را  $B(OH)_y$  در نظر بگیریم فرمول واکنش را به صورت زیر می‌توان نوشت:



ابتدا جرم اسید یا باز را در حجمی که داریم محاسبه می‌کنیم

$$V_A \text{ m} \Rightarrow m = \frac{V_A \times C_A}{1000}$$

جرم مولکولی نمک را M فرض کرده با استفاده از واکنش فوق جرم نمک تولید شده را معین می‌کنیم.



$$\frac{y \times M_A}{V_A \times C_A} \times \frac{M}{1000} = \frac{M \times V_A \times C_A}{1000 \times y \times M_A}$$

حال با داشتن جرم نمک، غلظت آن را معین می‌کنیم.

کاغذ قرار دارند و خط نقطه چین عمودی نشان دهنده پیوندهایی است که در پشت صفحه کاغذ قرار گرفته‌اند.

۴- مسیری از a به b و از b به c در نظر می‌گیریم. در صورتیکه این مسیر در جهت عقربه‌های ساعت باشد. اتم کربن نامتقارن را با حرف R و در صورتیکه مسیر حرکت در جهت عکس عقربه‌های ساعت باشد، اتم کربن نامتقارن را با حرف S مشخص می‌کنند، (حرف R از کلمه لاتین Rectus به معنی راست و حرف S از کلمه لاتین Sinister به معنی چپ گرفته شده است)

آقای راماکت دانش آموز دبیرستان شهید مطهری مسأله زیر را با حل آن فرستاده‌اند که به درج آن مبادرت می‌شود. یک ماده مرکب به فرمول کلی  $A_x B_y C_z$  به جرم مولکولی ۷۰۲:

الف) حاوی ۲۹ اتم گرم است که در میان آنها تعداد اتم گرمهای A برابر  $\frac{1}{3}$  برابر و اتم گرمهای C برابر تعداد اتم گرمهای B است.

ب) حاوی ۳۱۲ گرم B است:

اگر جرم اتمی B،  $1/925$  برابر جرم اتمی A باشد فرمول و نام ماده مرکب  $A_x B_y C_z$  چیست؟ راه حل قابل قبول: اگر  $M_B$  برابر جرم اتمی ماده B باشد.

$$\frac{312}{M_B} = \text{تعداد اتم گرمهای B}$$

$$\frac{312}{3M_B} = \frac{104}{M_B} = \text{تعداد اتم گرمهای A}$$

$$\frac{3/5 \times 312}{M_B} = \text{تعداد اتم گرمهای C}$$

$$A+B+C = 29 \text{ تعداد اتم گرمهای}$$

$$\frac{312}{M_B} + \frac{104}{M_B} + \frac{3/5 \times 312}{M_B} = 29 \text{ بنابراین}$$

$$\frac{1508}{M_B} = 29$$

$$\text{جرم اتمی B} = \frac{1508}{29} = 52 \text{ بنابراین با مراجعه به}$$

جدول تناوبی B کروم Cr است.

$$\frac{312}{52} = 6 \text{ تعداد اتم گرمهای B}$$

$$\frac{6}{3} = 2 \text{ تعداد اتم گرمهای A}$$

$$3/5 \times 6 = 21 \text{ تعداد اتم گرمهای C}$$

$$\frac{52}{1/925} = 27 = \text{جرم اتمی A}$$

بنابراین A آلومینوم Al است.

$$2 \times 27 = 54 \text{ کل جرم آلومینیم}$$

$$702 + (312 + 54) = 336 \text{ جرم ماده C}$$



با توجه به اینکه نرمالیت اولیه برابر است با

$$N_A = \frac{C_A}{M_A} \times n$$

$$N = \frac{V_A \times N_A}{V_A + V_B} = \frac{V_A N_A}{V_A \left(1 + \frac{V_B}{V_A}\right)} = \frac{N_A}{1 + \frac{V_B}{V_A}}$$

چون اسید و باز یکدیگر را خنثی کرده اند  $\frac{N_A}{N_B} = \frac{V_B}{V_A}$  در نتیجه

$$N = \frac{N_A}{1 - \frac{N_A}{N_B}} = \frac{N_A}{\frac{N_B + N_A}{N_B}} = \frac{N_B \times N_A}{N_B + N_A}$$

••

محلول ml نمک g

$$V_A + V_B \quad \frac{M \times V_A \times C_A}{1000 \times y \times M_A}$$

$$1000 \quad x = C = \frac{M \times V_A \times C_A}{y \times M_A (V_A + V_B)}$$

نرمالیت محلول نمک حاصل عبارتست از:

$$N = \frac{C}{E} = \frac{\frac{M \times V_A \times C_A}{y \times M_A (V_A + V_B)}}{\frac{M}{n}}$$

$n$ ، ظرفیت نمک و برابر  $xy$  است

$$N = \frac{M \times V_A \times C_A \times xy}{M \times y \times M_A (V_A + V_B)} = \frac{V_A \times C_A \times n}{M_A (V_A + V_B)}$$

### دقیقه مقاله سینتیک شیمیایی از صفحه ۲۱

$$\Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = 1/9 \times 10^{-9}$$

$$\Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = 1/9 \times 10^{-9} \Rightarrow K_2 = 7/03 \times 10^{15}$$

چون واکنش گرمازا بوده است، پیشرفت آن در دمای بالاتر کمتر شده است و ثابت تعادل واکنش در دمای بالاتر به نحو آشکاری کوچکتر از ثابت تعادل واکنش در دمای پایین تر است.

### مراجع

در تهیه این مقاله از همان مراجعی کمک گرفته ایم که از آنها در تهیه مقاله های اول، دوم و سوم در بحث سینتیک شیمیایی و تعادل شیمیایی کمک گرفتیم.

\* برای اطلاع بیشتر از انرژی آزاد گیبس، صفحات تا شماره ۸ مجله رشد آموزش شیمی را مطالعه نمایید.  
 $n^{**}$  | علامت لگاریتم طبیعی یا نپری است. اگر هر عدد مثبت مانند  $a$  را به صورت  $a = e^m$  بنویسیم در آن صورت خواهیم داشت  $\ln a = m$ ، حرف  $e$  عدد نپری را می رساند. این عدد برابر با  $e = 2.718$  است. می توان عدد  $a$  را به صورت  $a = 10^n$  نیز نوشت. در این حالت،  $n$  لگاریتم اعشاری عدد  $a$  است. یعنی  $\log a = n$  اربتباط میان  $m$  و  $n$  عبارت است از  $m = 2/3 n$  ضرب  $2/3$  خود لگاریتم نپری عدد  $10$  است. به طور خلاصه،

$$\ln a = 2/3 \log a = m = 2/3 n \Rightarrow a = e^m = 10^n$$

\* زیر نویسهای  $f$  و  $r$  به ترتیب از کلمات forward و reverse گرفته شده اند. معنای آنها به ترتیب جلو و معکوس است.

1- Henri Le Chatelier

1- Van t' Hoff

هر گاه  $\Delta H^\circ$  و  $\Delta S^\circ$  واکنش را تقریباً مستقل از دما بگیریم، می توانیم رابطه بالا را در دو دمای  $T_1$  و  $T_2$  بازنویسی کنیم و سپس از کم کردن آنها از هم به دست آوریم،

$$\log \frac{K_2}{K_1} = + \frac{\Delta H^\circ}{2/3R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 \cdot T_1} \right)$$

$K_1$  و  $K_2$  ثابت تعادل واکنش در دمای  $T_1$  و  $T_2$  است. در رابطه بالا وقتی  $\Delta H^\circ$  بر حسب کالری بیان شود، مقدار  $R$  مساوی  $1/987$  یا تقریباً  $2$  کالری خواهد بود.

رابطه بالا به نام رابطه وانتھف<sup>۱</sup> در مورد بستگی ثابت تعادل واکنش با دما شهرت دارد. این رابطه در مطالعه ترموشیمیایی واکنشها کاربرد زیادی دارد. وانتھف در مورد جا به جا شدن تعادلهای شیمیایی با دما قانونی به شرح زیر نیز بیان داشته است.

- هر گاه در یک تعادل شیمیایی، دما افزایش یابد، تعادل به همراه آن در جهتی که با جذب گرما همراه باشد جا به جا خواهد شد. این قانون به عنوان کاربرد ویژه ای از اصل عمومی لوشا<sup>۲</sup> تولیه محسوب می شود.

آزمین ۷

ثابت تعادل واکنش  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$  در دمای  $25^\circ C$  مساوی  $3/7 \times 10^{24}$  است، ثابت تعادل آن را در دمای  $125^\circ C$  حساب کنید. می دانیم که:

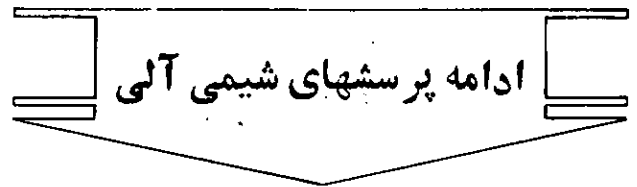
$$\Delta H^\circ = -47/272 \text{ Kcal}$$

$$\log \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H^\circ}{2/3R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 \cdot T_1} \right)$$

$$= \frac{-47272 \left( \frac{398 - 298}{398 \times 298} \right)}{2/3 \times 2} = -8/721$$

# بخش ویژه دانش آموزان

حسام امینی



(c) ۳،۲ - دی اتیل - ۲ - بوتن (d) ۶،۲ - دی متیل - ۴ - اکتن  
(e) ۲،۱ - دی متیل سیکلو هگزن  
۴۹ - چند فرمول ساختمانی مختلف برای هگزن  $C_6H_{12}$  که در آن شاخه اصلی دارای ۴ کربن باشد می توان نوشت؟ نام هر یک را بنویسید.

۵۰ - فرمول ساختمانی ترکیبات زیر را بنویسید:

(a) ۵،۲ - دی متیل - ۳ - هگزن

(b) ۲ - متیل - ۳ - اتیل - ۱ - پنتن

(c) ۳،۱ - هگزادین

(e) ۴ - متیل - ۲ - پنتن (سیس)

(f) ۴ - متیل - ۲ - پنتن (ترانس)

(g) ۳ - ۲ - دی متیل - ۲ - بوتن

۵۱ - چهار ایزومر برای کلرو پروپیلن  $C_3H_5Cl$  نوشته،

بر اساس قواعد ایوپاک نامگذاری کنید.

۵۲ - نام ترکیبات زیر را بر اساس قواعد ایوپاک بنویسید

و نشان دهید کدامیک دارای ایزومر هندسی است؟

a)  $CH_2=CH-(CH_2)_2-CH_3$

b)  $CH_2=CHCl-CH=CH-CH_3$

c)  $CH_2=C(Br)=C(Br)-CH_3$

d)  $(CH_2)_2CH-CH=CH_2$

۵۳ - فرمول ساختمانی و نام ترکیباتی به فرمول  $C_4H_7Cl$

را که دارای ایزومر هندسی باشند بنویسید.

۵۴ - فرمول ساختمانی ترکیبات زیر را بنویسید:

(a) ۳ - کلر و پروپن (b) ۲ - متیل - ۳ - هپتن سیس

(c) ۶،۳ - دی متیل - ۱ - اکتن

(d) ۴،۴،۲ - تری متیل - ۲ - پنتن

(e) ۴،۳ - دی متیل - ۳ - هگزن

(f) ۳ - برم - ۱ - بوتن

(g) ۴ - متیل - ۲ - هگزن ترانس

(h) ۱ - متیل سیکلو هگزن

(i) ۳ - متیل سیکلو هگزن

۵۵ - فرمول ساختمانی و نام ترکیبات زیر را (بر اساس

قواعد ایوپاک) بنویسید:

(a)  $\alpha$  - بوتیلن (b)  $\beta$  - بوتیلن

(c)  $cis-CH_2CH_2CH=CHCH_2CH_2$

(d)  $(CH_2)_2CCH=CH_2$

(e)  $trans-(CH_2)_2CHCH=CHCH(CH_2)_2$

(f)  $(CH_2)_2CHCH_2CH=C(CH_2)_2$

(g)  $(CH_2CH_2)_2C=CH_2$

۵۶ - نشان دهید کدامیک از ترکیبات زیر دارای ایزومر

هندسی است. فرمول ساختمانی هر ایزومر را رسم کنید:

ث - آلکن ها (Alkenes) ایزومری و نامگذاری

۴۳ - فرمول ساختمانی الکنهایی به فرمول  $C_4H_8$  را

نوشته، نامگذاری کنید.

۴۴ - پنتیلن به صورت ۶ ایزومر اتیلنی است. فرمول

ساختمانی و نام آنها را بنویسید.

۴۵ - نام ترکیبات زیر را بر اساس قواعد نامگذاری

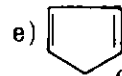
ایوپاک بنویسید.

a)  $CH_2=CH-(CH_2)_2-CH_3$

b)  $CH_2-CH_2-CH=CH-CH(CH_2)_2$

c)  $C(CH_2)_2=C(CH_2)_2$

d)  $(CH_2)_2CH-CH=CH-CH_2-C(CH_2)_2$



f)

۴۶ - بنیانها (رادیکالها)ی زیر را نامگذاری کنید.

a)  $CH_2=C^{\bullet}H$  b)  $CH_2=CH-C^{\bullet}H_2$

c)  $CH_2=C^{\bullet}-CH_2$  d)  $^{\bullet}CH=CH-CH_2$

e)  $^{\bullet}CH=C^{\bullet}H$

۴۷ - فرمول ساختمانی و نام ترکیبات زیر را (بر اساس

قواعد نامگذاری ایوپاک بنویسید).

(a) ایزوپروپیل اتیلن (b) دی ترسیو بوتیل اتیلن متقارن

(c) تترا اتیل اتیلن (d) ایزو بوتیلن

۴۸ - در صورتیکه در نامهای زیر اشتباهی وجود دارد،

نام درست هر ترکیب را بر اساس قواعد نامگذاری ایوپاک

بنویسید.

(a) ۵ - هگزن (b) ۲ - اتیل - ۲ - بوتن

الف - فرمول ساختمانی ۱۳ ایزومر از آنرا بدون در نظر گرفتن ایزومری هندسی (geometric isomer) بنویسید.  
 ب - فرمول ساختمانی ایزومرهای از آنرا رسم کنید که ایزومر هندسی داشته باشند.  
 ج - کدام ایزومر هگزین دارای کربن نامتقارن است؟ فرمول ساختمانی آناتیومرهای آن را رسم کنید. کدامیک از نوع R و کدامیک از نوع S است؟

(a) ۱- پنتن (b) ۲- پنتن  
 (d) ۲،۱- دی کلرواتن  
 (f) ۱- کلرو پروپن  
 (g) ۱- کلرو - ۲ - متیل - ۲ - بوتن  
 (h) ۳- متیل - ۴ - اتیل - ۳ - هگزن  
 ۵۷- در مورد هگزین  $C_6H_{12}$  به پرسشهای زیر پاسخ دهید:

برای این که دانش آموزان عزیز با اصطلاحات انگلیسی آشنایی بیشتر و عمیق تری پیدا کنند بر آن شدیم که جدولهایی به زبان انگلیسی بیاوریم. جدول زیر شامل اصطلاحات مربوط به فلزات است که برای هر کدام شرح ساده ای داده شده است در شماره بعد پاسخ درست آن را چاپ خواهیم کرد.

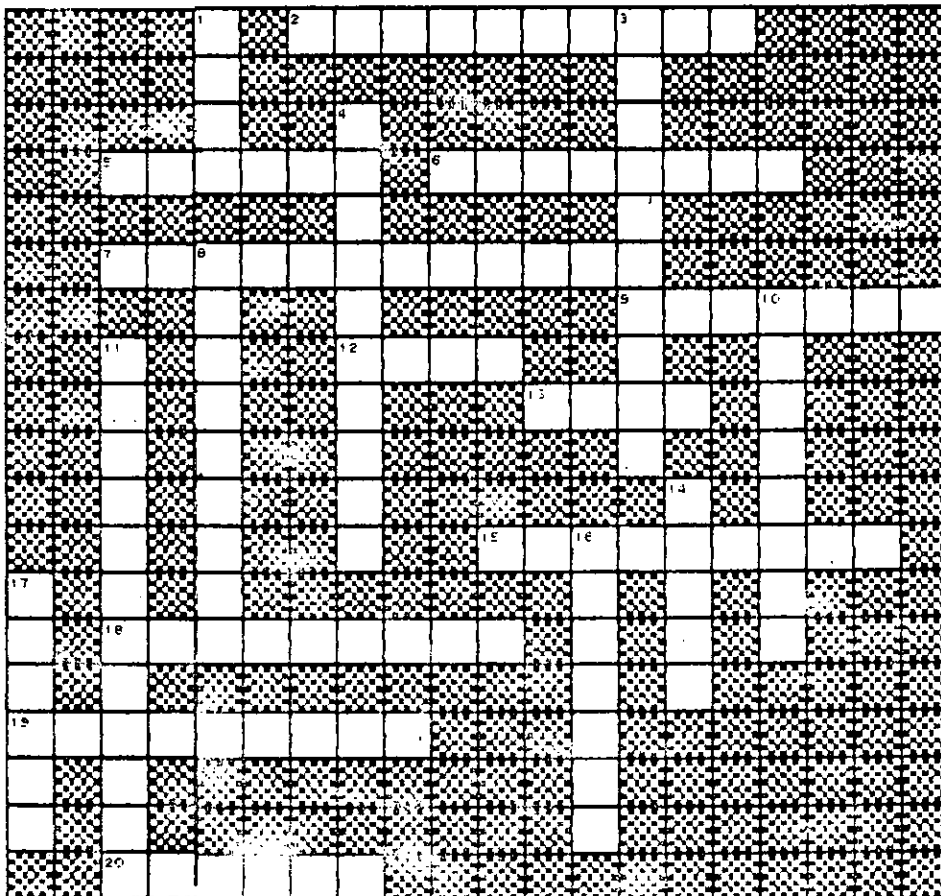
## آموزش اصطلاحات شیمی از طریق حل جدول

Journal of Chemical education

شماره ۱۲ دسامبر ۱۹۸۵

جدول شماره ۱

### Metals

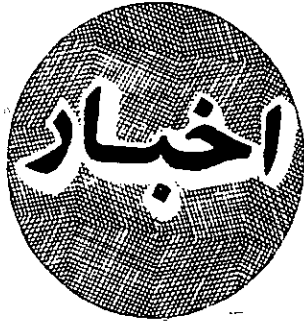


### ACROSS

- The property of being able to act either as an acid or a base.
- A metal used in jewelry and coins.
- A metal that can exhibit amphoteric properties.
- An ion that imparts a deep purple color to an aqueous solution.
- A metal that is a liquid at room temperature.
- A metal found in hemoglobin.
- A metal that is used to galvanize steel.
- A metal found in chlorophyll.
- An element that can exhibit oxidation states from +2 to +7.
- An alkali metal.
- A metal whose ion is found in salt water.

### DOWN

- This name is given to the process of electrolyzing aluminum oxide to aluminum.
- The process of purifying a metal after smelting.
- The elements filling the d subshell.
- The process of reducing a metal oxide to a free metal.
- A metal used to coat automobile bumpers.
- A group in the Periodic Table having relatively low ionization potentials.
- Any element whose oxide forms a base when dissolved in water.
- Alkaline earths.
- An element, found free in nature, that is reddish yellow in color.



آموزشی کشور و ایجاد امکانات پژوهشی برای دانشجویان دوره‌های فوق‌لیسانس و دکترا با توجه به مقررات آموزشی و پژوهشی جاری.

- اعطای بورس تحقیقاتی به دانش -

جویان پلیمر دانشگاه‌های کشور بر مبنای ضوابط جاری.

بدیهی است این مرکز جهت به‌ثمر

رسانیدن اهداف و انجام وظایف فوق‌به متخصصین متعدد و علاقمند به تحقیقات در زمینه‌های مذکور نیاز خواهد داشت و آنها را به همکاری دعوت خواهد نمود.

● موضوع: ترکیبات سمی گیاهان و روشهای مدرن شناسایی آنها.

### انستیتو علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران

دانشکده علوم تغذیه

سخنران: دکتر ایرج شریفی آل‌آقا

تاریخ: سه شنبه ۲۷ آبان‌ماه ۱۳۶۵

ساعت: ۱۱ صبح

محل: سالن کنفرانس انستیتو علوم

تغذیه و صنایع غذایی ایران.

گیاهان چه به صورت مستقیم و چه

به صورت غیر مستقیم از دیر زمان منبع

اصلی غذای انسان را تشکیل می‌داده است.

از قرن گذشته تحقیقات جدی در جهت

شناسایی ترکیبات موجود در گیاهان در

کشورهای پیشرفته شروع گردیده و تاکنون

ترکیبات زیادی که بعضی از آنها خواص

دارویی بسیار مفیدی را از خود نشان

داده‌اند شناسایی گردیده و احیاناً سنتز نیز

گردیده است. در سال ۱۹۸۵ محققین علوم

بهداشتی دانشگاه ایلنوی<sup>۱</sup> شناسایی ماده

جدید Koenol Ine را که سمی میباشد

از پوست ساقه و ریشه گیاه Koenigii

Murraya گزارش داده‌اند. پروفیسور

Stermitz و همکارش<sup>۲</sup> در سال ۱۹۷۷

شناسایی بعضی از آلکالوئیدهای جدید را

که خواص بیولوژیکی داشتند از دو گیاه

Monophyllum, Zanthoxylum

Punctatum, Zanthoxylum گزارش

داده‌اند در سال ۱۹۷۲ از گیاه

Astragalus Cibarius ماده سمی

جدیدی که باعث مسمومیت تعداد زیادی

این مرکز وظایفی را که در اجرای هدف مذکور به عهده خواهد داشت عبارتند از:

- مطالعه، تهیه، اجرای پژوهشهای بنیادی و کاربردی و صنعتی در زمینه‌های مختلف علوم و تکنولوژی مواد و مصنوعات پلیمری

- ایجاد ارتباط و شناسایی نیازهای فنی صنایع پلیمری کشور. برنامهریزی و اجرای طرحهای تحقیقاتی مرتبط و متناسب با نیازها

مراکز تحقیقات و توسعه علوم و تکنولوژی مواد پلیمری

- بررسی و انجام پژوهشهای لازم در رابطه با طرحهای پلیمری استراتژیک کشور.

- ارتباط با نیروهای متخصص و مبتکر در مراکز علمی و صنعتی و فراهم ساختن امکانات پژوهشی لازم جهت پرورش و بارور شدن هرچه بیشتر روحیه ابتکار و خلاقیت آنها در زمینه علوم و تکنولوژی پلیمرها.

- ایجاد ارتباط با سایر مؤسسات علمی و پژوهشی در داخل و خارج کشور از طریق برقراری سمینارها، مبادله محقق و یا اجرای طرحهای پژوهشی مشترک در جهت دستیابی به علوم و تکنولوژی جدید.

- ایجاد واحد اطلاعات علمی و فنی از منابع داخلی و خارجی، ثبت و نشر نتایج به دست آمده از پروژه‌های تحقیقاتی در داخل و خارج کشور و همچنین کوشش در جهت نشر و گسترش هرچه بیشتر آخرین دانش‌های مورد نیاز قطب‌های علمی و صنعتی کشور از طریق انتشار کتب و مجلات.

- برنامهریزی، تأمین و بازآموزی نیروی انسانی متخصص مورد نیاز و فراهم آوردن امکانات لازم متناسب با پروژه‌ها و طرحهای پژوهشی مرکز.

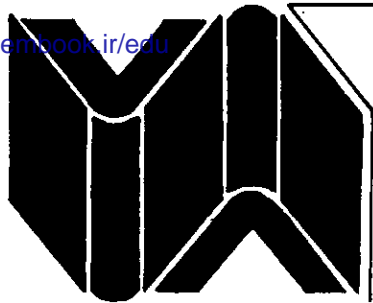
- همکاری با دانشگاهها و مؤسسات

### وزارت فرهنگ و آموزش عالی

مواد پلیمری اعم از لاستیکها، پلاستیکها، الیاف مصنوعی و کامپوزیت‌ها در دنیا خصوصاً در ۵۰ سال گذشته رشد غیر قابل تصویری داشته به نحوی که فقط پلاستیک‌ها در طی نیم قرن گذشته متجاوز از ۲۰۰۰ برابر توسعه یافته‌اند. این در حالی است که تولید فولاد طی ۲۵ سال گذشته فقط ۲/۵ برابر رشد داشته و دیگر فلزات سازه‌ای نیز در قیاس با پلاستیکها از رشد کمتری برخوردار بوده است.

بدیهی است که این میزان رشد در مرتبه اول به دلایل اقتصادی و در مقام بعد به دلیل خواص کاربردی مطلوب این مواد بوده و باعث شده است این چنین و در ابعاد وسیع رشد و گسترش یابد. تولید مواد مذکور با توجه به منابع سرشار نفت کشورمان از اهمیت خاصی برخوردار بوده و موارد مصرف فراوانی دارد و ضرورتاً بایستی جایگاه و موقعیت مناسبی را در برنامه ریزی‌های بلند مدت کشور بیابد و واضح است که این چنین تولید و کاربرد وسیعی نمی‌تواند بدون مطالعات علمی دقیق و پژوهشهای گسترده در زمینه‌های مختلف تحقق یابد. لذا با این انگیزه و همچنین تعقیب یکی از اهداف مهم دولت جمهوری اسلامی ایران مبنی بر اولویت دادن و توسعه صنایع پتروشیمیایی و پلیمری کشور این مرکز تحقیقاتی تشکیل و اهداف و وظایف ذیل را دنبال خواهد کرد.

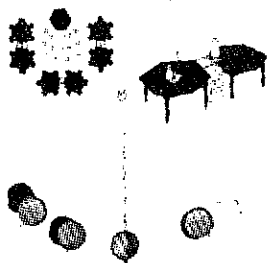
هدف از تشکیل این مرکز انجام پژوهشهای بنیادی و کاربردی، به منظور دستیابی به دانش فنی لازم در تولید و کاربرد مواد و مصنوعات پلیمری اعم از لاستیکها، پلاستیکها، کامپوزیتها و الیاف مصنوعی جهت نیل به خودکفایی و ایجاد زمینه‌های رشد اقتصادی کشور می‌باشد.



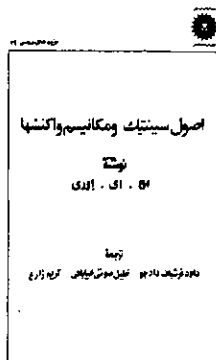
# معرفی کتاب

**عنوان کتاب:** روشها و فنون در آموزش علوم  
**انتشارات:** دفتر امور کمک آموزشی و کتابخانهها  
**تاریخ انتشار:** چاپ اول زمستان ۱۳۶۵ کتاب در ۲۰۵ صفحه  
 شامل پنج فصل: فصل ۱ (چرا علم می آموزیم)، فصل ۲ (رشد کودکان)، فصل ۳ (نحوه ارائه محتوا و روشها)، فصل ۴ (امکانات، وسایل و مواد لازم برای آموزش علوم) و فصل ۵ (هدفهای آموزش علوم و مثالهای موردی).  
**نویسنده:** جمعی از صاحب نظران و کارشناسان یونسکو  
**ترجمه:** مهناش اسفندیاری، مرضی خلخالی، حسین دانش فر و جواد هاشمی  
**تفرشی**  
**ویراستار:** علی صلح جو

## آموزش علوم



**عنوان کتاب:** اصول سینتیک و مکانیسم واکنشها  
**انتشارات:** مرکز نشر دانشگاهی  
**تاریخ انتشار:** خردادماه ۱۳۶۵ کتاب در ۲۲۴ صفحه  
**نویسنده:** اچ. ای. اوری  
**ترجمه:** داود فرشایف دادجو، خلیل صوتی خیابانی و کریم زارع



از احشام گردیده بود شناسایی گردید در این سخنرانی جزئیات شناسایی ترکیبات فوق مورد بحث قرار خواهند گرفت.

گروه علوم و صنایع غذایی

1- Manfred Fiebig, John M. Pezzuto, Djaja D. Soejarto and A. Douglas Kinghorn (1985) *Phytochemistry*, Vol 24, No. 12.

P.P 3041 - 3043.

2- Frank R. Stermitz and Iraj A. Sharifi, (1977), *Phytochemistry*, Vol. 16, PP. 2003 - 2006.

3- Frank R. Stermitz, W. I. Lowry, E. Ubben and Iraj A. Sharifi (1972) *Phytochemistry*, Vol. 11, PP. 3525 - 3527.

● به منظور ارتقاء دانش معلمان شیمی و آشنایی با روش تدریس شیمی، نامبردگان زیر در دفتر تحقیقات و برنامه ریزی درسی سخنرانی ایراد کردند:

۱- دکتر منصور عابدینی فلزات واسطه و کمپلکسها چهارشنبه ۶۵/۱۱/۱۵  
 ۳ تا ۵ بعد ظهر

۲- دکتر حسین آقائی سلولهای الکتروشیمیایی شنبه ۶۵/۱۲/۲۵ تا ۳  
 ۵ بعد از ظهر

۳- دکتر محمد رضاملاردی پیوند های شیمیایی پنجشنبه ۶۵/۱۱/۳۰ تا ۳  
 ۵ بعد از ظهر

۴- دکتر مسعود روحی لاریجانی مکانیسم واکنشهای شیمی آلی پنجشنبه ۶۵/۱۲/۷  
 ۳ تا ۵ بعد از ظهر

۵- دکتر علی پورجوادی آشنایی با پولیمرها (بسیارها) پنجشنبه ۶۵/۱۲/۱۴  
 ۳ تا ۵ بعد از ظهر

۶- حسام امینی بررسی نکات مورد ابهام در کتب شیمی دبیرستانها دوشنبه ۶۵/۱۲/۱۸  
 ۳ تا ۵ بعد از ظهر

مکان سخنرانی: تهران، ایران شهر شمالی ساختمان شهید سید کاظم موسوی (ساختمان شماره ۴ وزارت آموزش و پرورش)، طبقه هفتم سالن شهید رجایی  
**کارشناسی شیمی**



## اطلاعیه

## درباره نشریات رشد آموزش تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درسی مدارس کشور نشریاتی است که از سوی گروههای درسی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش با همکاری دفتر امور کمک آموزشی هر سه ماه یکبار - چهار شماره در سال - منتشر می‌شود.

این نشریات در حال حاضر عبارتند از:

- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| ۱ - رشد آموزش ریاضی | ۵ - رشد آموزش زمین‌شناسی |
| ۲ - رشد آموزش زبان  | ۶ - رشد آموزش ادب فارسی  |
| ۳ - رشد آموزش شیمی  | ۷ - رشد آموزش جغرافیا    |
| ۴ - رشد آموزش فیزیک | ۸ - رشد آموزش زیست‌شناسی |

هدف از انتشار این نشریات در وهله اول ارتقاء سطح معلومات معلمان و در مرحله بعد ایجاد ارتباط متقابل میان معلمان هر رشته و دفتر تحقیقات به منظور تبادل تجارب و مطالب جنسی و مفید درسی است.

دیران، دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر علاقه‌مندان به اشتراک این مجلات می‌توانند جهت اشتراک هر چهار شماره از یک مجله در سال مبلغ ۴۰۰ ریال به حساب ۹۲۹ خزانه بانک مرکزی - فابل پرداخت در کلیه شعب بانک ملی - واریز و فیش آن را همراه با فرم تکمیل شده زیر به نشانی تهران، صندوق پستی شماره ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱ دفتر امور کمک آموزشی - مرکز توزیع ارسال دارند. شماره تلفن مرکز توزیع: ۸۳۱۴۸۱

محل فروش آزاد

الف - تهران:

- |   |  |
|---|--|
| ۱ - کتابفروشی شهید سید کاظم موسوی - اول خیابان ایرانشهر شمالی | ۲ - آذربایجان غربی (ارومیه) - مطبوعاتی زینالپور  |
| ۲ - فروشگاه انتشارات رشد - خیابان انقلاب بین ولی عصر و کالج   | ۳ - اصفهان - کتابفروشی مهرگان و کتابفروشی جنگل   |
| ۳ - مرکز نشر دانشگاهی - نمایشگاه دائمی کتاب                   | ۴ - مازندران (ساری) هماهنگی گروههای آموزشی استان |
| ۴ - نمایشگاه دائمی کتاب کودک - روبروی دانشگاه تهران           | ۵ - کرمان - بازار مطهری - فرهنگسرای زمین         |
| ۵ - کتابفروشی صفا - روبروی دانشگاه تهران                      | ۶ - خرم‌آباد - خیابان شهدای شرقی، کتابفروشی آسیا |
| ۶ - کیوسکهای معتبر مطبوعات                                    | ۷ - مشهد - فروشگاه شماره یک انتشارات آستان قدس   |
| ۷ - شرکت کتاب طب و فن روبروی دانشگاه                          | ۸ - تبریز - کتابفروشی علامه دهخدا                |
| ۸ - کتابفروشی انجمن اسلامی دانشگاه تربیت معلم                 | ۹ - اصفهان - کتابفروشی رودکی                     |

ب - شهرستانها:

- |   |
|---|
| ۱ - باختران - کتابفروشی دانشمند - خیابان مدرس پاساژ ارم |
| ۲ - آذربایجان شرقی (تبریز) - مطبوعاتی ملازاده           |

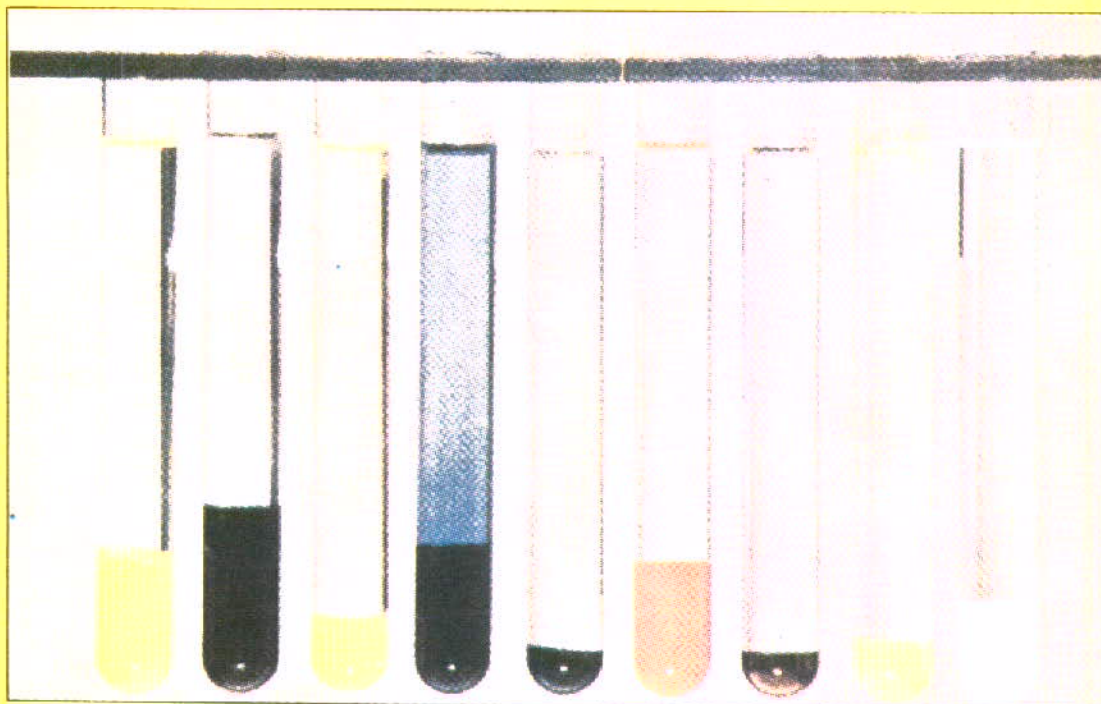
توجه، دانشجویان مراکز تربیت معلم می‌توانند با ارسال فتوکپی کارت تحصیلی از ۵۰٪ تخفیف برخوردار شوند.



## فرم اشتراک مجلات رشد تخصصی

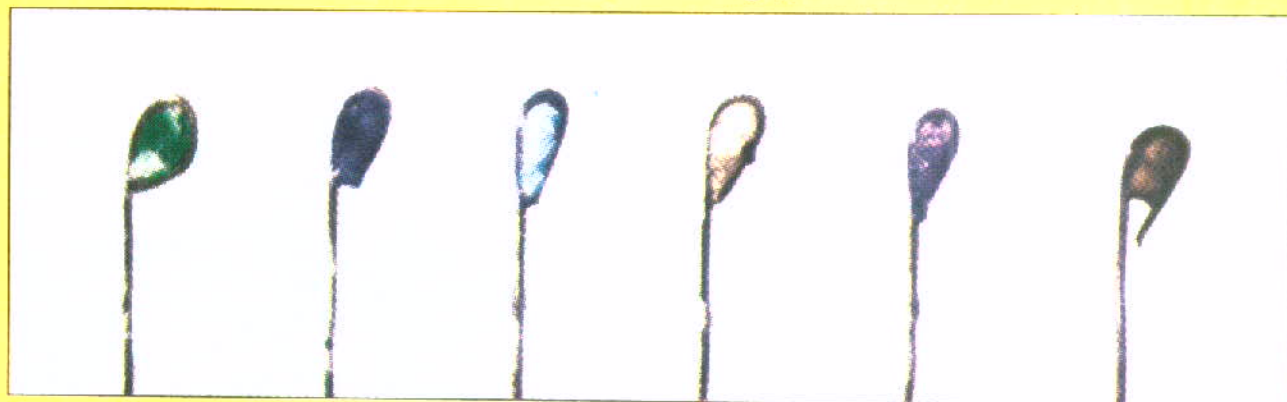
اینجانب با ارسال فیش واریز مبلغ ۴۰۰ ریال، متقاضی اشتراک یکساله مجله رشد آموزش هستم. نشانی دقیق متقاضی: استان شهرستان خیابان کوچه پلاک تلفن

### سولفیدهای ته‌نشین شده



سولفید آرسنیک    سولفید بیسپوت    سولفید کادمیم    سولفید مس (II)    سولفید جیوه (II)    سولفید آنتیموان    سولفید قلع (II)    سولفید قلع (IV)    سولفید روی

### آزمایش به کمک مروارید بوراکس



کروم    کبالت    مس    آهن    منگنز    نیکل

نظریات مربوط به اتم، تحول بسیار پیدا کرده است. این مدلها نخستین نظریه علمی را که مربوط به دالتون است تا آخرین آنها که اتم را از دیدگاه مکانیک موجی نشان میدهد.

