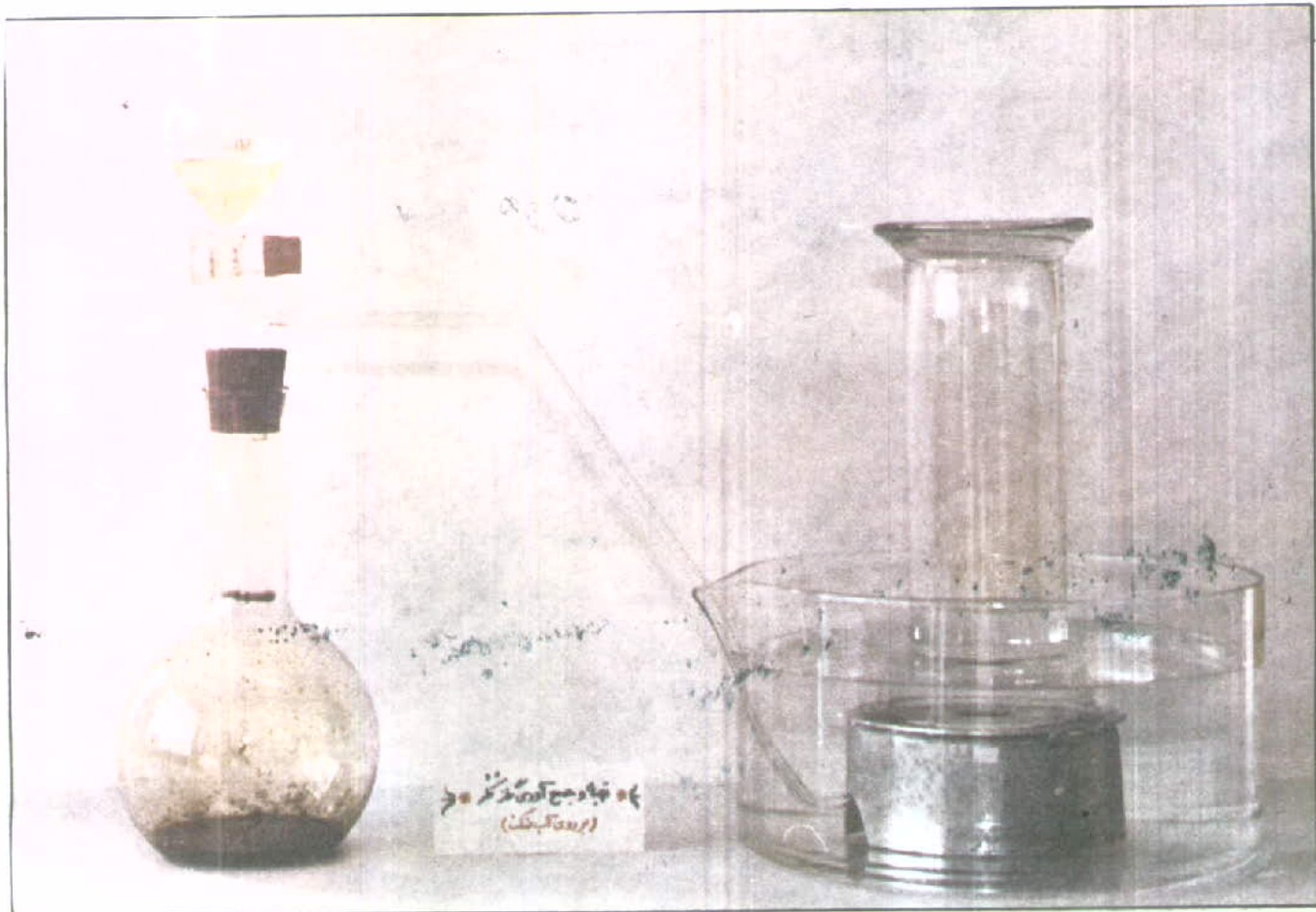
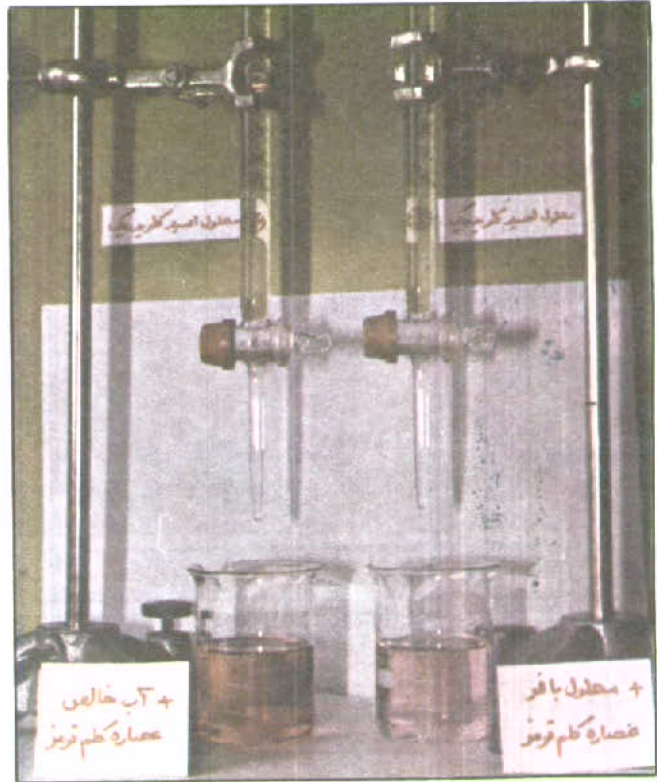
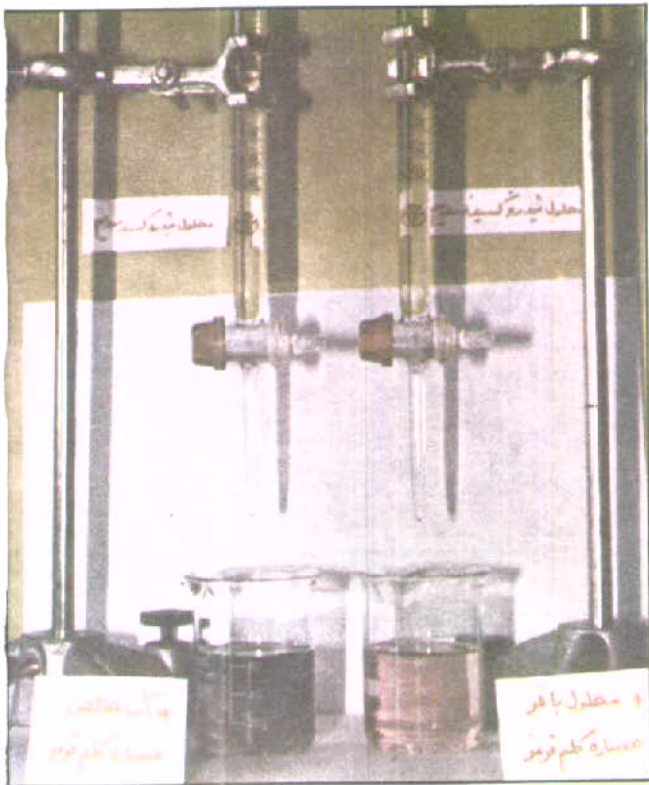


# مجله آموزش شیمی

بها: ۱۰۰ ریال

سال چهارم - تابستان ۱۳۶۷ - شماره مسلسل ۱۸





سال پنجم - پاییز و زمستان ۱۳۶۷ - شماره مسلسل ۱۸۹۱۷  
 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 : سیدرضا آقا پور مقدم

مدیر فنی هنری و تولید: حسین فرامرزی نیکنام

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 سایر دانش پژوهان در این رشته منتشر می شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزنده خود را به صندوق پستی تهران ۳۶۳ - ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

## فهرست

پیشگفتار	سردبیر	۳
پیوند شیمیایی	دکتر منصور عابدینی	۴
مواد منفجره	سید جلال امیر آفتابی	۱۹
کار آزمای شگاهی	خلیل علمی غیائی	۲۶
دستور ساخت ساسله وسایل ...	م - ی - نوروزیان	۳۴
آنزیم شناسی کاربردی	دکتر محمد حسین عزیزی	۳۶
آندورفینها	مهندس هوشنگ گودرزی	۴۳
گندزداها و ضد عفونی کننده ها ...		
	دکتر محمد حسین عزیزی	۴۸
معرفی کتب و نشریات		۶۰
ما و خوانندگان	حسام امینی	۶۲
اخبار		۶۴
انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران		۶۵

روی جلد:

آلیزارین در اثر داشتن ساختار مشخص خود به رنگهای گوناگون نشان داده شده در طرفها در می آید. آلیزارین یکی از رنگهای گیاهی قدیمی است که تا ۱۸۶۸ از ریشه دوناس تهیه می شد. هم اکنون آلیزارین به روش سنتز ساخته می شود.



بسم الله الرحمن الرحيم

## سخنی با خوانندگان به ویژه همکاران ارجمند

به کمک خدای مهربان و یاری خوانندگان و همکاران محترم این مجله به پنجمین سال حیات خود گام می نهد.

با نام خدا و سلام به پیشگاه حضرت ولی عصر (عج) و نایب برحقش امام خمینی بنیانگذار جمهوری اسلامی ایران و با یاد سالار شهیدان و سرور آزادگان حسین بن علی علیه السلام و شهیدان جهان اسلام و با سلام و دعا به خوانندگان و همکاران ارجمند، نخستین شماره سال پنجم را به دستداران علم شیمی به ویژه معلمان، دانشجویان، دانش آموزان و پژوهشگران این علم پیشکش می کنیم. از خداوند مهربان می خواهیم به ما معلمان یاری دهد، تا بتوانیم کارها را چنان نیک انجام دهیم که در پیشگاهش سرفراز و در برابر نسلهای کنونی و آینده سر بلند باشیم.

در زمینه ارائه مقاله برای این مجله، خوانندگان علاقه مند به نکات زیر توجه فرمایند:

— محتوای مقاله با مطالب کتابهای علوم دوره راهنمایی تحصیلی و کتابهای شیمی دبیرستان (علوم تجربی - ریاضی و فیزیک و آموزش بازرگانی و حرفه ای) و هنرستان مربوط باشد، به بیان ساده نوشته شود، از نوآوری و دقت برخوردار و با نحوه ارائه روش تدریس همراه باشد.

— در نوشتن مقاله، آیین نگارش و نکات دستوری زبان فارسی رعایت شود. مقاله را با خط خوش، خوانا و با جوهر مشکی در یک طرف برگ بنویسند، بین سطرها دست کم دو سانتیمتر فاصله منظور کنند، دو طرف هر سطر دست کم یک سانتیمتر از لبه کاغذ فاصله داشته باشد و ابعاد کاغذ مطابق استاندارد متداول دستگاههای زیراکس باشد.

— نوشتن عنوان مقاله، تاریخ ارسال، نام و نام خانوادگی، شغل، نشانی کامل پستی و شماره تلفن نویسنده لازم است.

— مآخذ و منابع در پایان مقاله آورده شود و اگر ترجمه است، ارسال تصویر خوانای اصل متن همراه با مقاله ضروری است.

در مقاله‌ای توسط R. G. Parr<sup>۱</sup> آمده است: «پیوندهای شیمیایی نیروهایی هستند که اتمها را در مولکولها و در جامدات به یکدیگر متصل می‌سازند» در اینجا شاید لازم باشد که در باره واژه مولکول، کمی تأمل و تفکر کنیم. Robert S. Mulliken که در سال ۱۹۶۶ به خاطر کار ارزنده و نهادی‌اش راجع به پیوند شیمیایی، جایزه نوبل شیمی را از آن خود ساخت، چنین اظهار می‌دارد:

مولکول را ممکن است به صورت ساختمانی تصور کرد که از اتمها ساخته شده و این اتمها به وسیله نیروهای شیمیایی به یکدیگر متصلند، یا به صورت ساختمانی که در آن دو یا تعداد بیشتری هسته به وسیله نیروهای جاذبه از خیل الکترونها اطراف آنها، آرایش هندسی معینی را به خود گرفته‌اند.

به طوری که ملاحظه می‌شود تعریف واژه مولکول بدون ذکر از تشکیل پیوند و برعکس، غیر ممکن است.

در اکثر تعریفهایی که از واژه مولکول وجود دارد، به اتمها اشاره شده است. ولی در این باره که منظور ما از اتم در يك مولکول چیست، توافقی وجود ندارد! مشکل اساسی این است که الکترونها از هم قابل تمیز نیستند و بنابراین موقعی که مولکولی تشکیل می‌شود دیگر نمی‌دانیم چگونه فضای ما بین اتمهای سازنده مولکول را تقسیم بندی کنیم. هر چند که الکترونها از هم قابل تمیز نیستند، با وجود این از قواعد معینی تبعیت می‌کنند. برای مثال، اصل طرد پاولی، در مولکولها نیز مانند اتمها صادق است. به عبارتی بیش از دو الکترون نمی‌توانند در يك اوربیتال معین قرار بگیرند خواه این اوربیتال مربوط به اتم باشد یا مولکول و آن هم در صورتی است که اسپینهای آنها مخالف یکدیگر باشد.

هر گاه ما با اصول و قواعد شیمی آشنا باشیم با این گفته Kutzelnigg<sup>۲</sup> نیز موافقیم که «پیوند شیمیایی پدیده‌ای کاملاً

پیچیده است و در قالب يك توصیف ساده نمی‌آید». با این وجود، سعی من بر این است که در این مقاله توصیفهای ساده‌ای را ارائه دهم، ولی، هرگز نباید از نظر دور داشته باشیم که ما با مدل‌های ساده شده پیوند شیمیایی سروکار داریم.

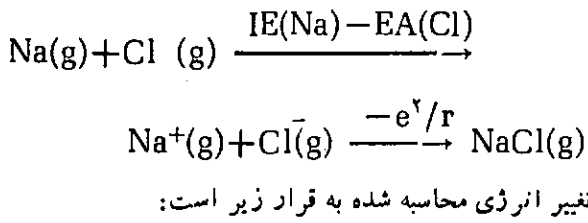
در هر مقاله‌ای که هدف آن توصیف پیوند شیمیایی باشد باید پاره‌ای از صفت‌هایی را که با کلمه پیوند به کار می‌روند ذکر کرد و فهرست زیر تنها قسمتی از آن است: خمیده، قطبی، غیرقطبی، داتیو، پل دهنده، دو شاخه شده، غیر مستقر، ساده،

Roger L. DeKock  
J. of Chemical Education  
November 1987

# پیوند شیمیایی

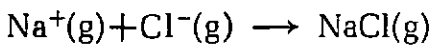
ترجمه: دکتر منصور عابدینی اردیبهشت ۱۳۶۷

$e^2/r$  - است (e واحد بار الکترون و r فاصله بین یونهاست) و تغییر انرژی به هنگام تشکیل پیوند از روی چرخه ترمو - شیمیایی زیر محاسبه می شود:



$$*\text{IE(Na)} - \text{EA(Cl)} - e^2/r \quad (1)$$

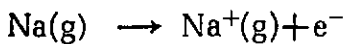
NaCl(g) را به صورت یونهای  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  که به اندازه فاصله تجربی پیوند  $r = 2/36 \text{ \AA}$  از هم فاصله دارند نشان می دهیم. از روی قانون کولن، موقعی که دو ذره باردار دارای بارهای مخالف (هر کدام با بار واحد) را به فاصله  $1 \text{ \AA}$  از یکدیگر بیاوریم، به اندازه  $332/1 \text{ kcal/mol}$  انرژی \*\* آزاد می شود. پس تغییر انرژی محاسبه شده برای فرایند.



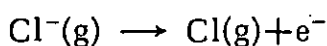
کیلوکالری بر مول یا:

$140/7 \text{ kcal/mol}$  \*\* است. از روی رابطه (1) تغییر انرژی  $118/5 - 83/2 - 140/7 = -105/4 \text{ kcal/mol}$  می شود. مقدار تجربی  $98 \text{ kcal/mol}$  - است، پس با تقریب زوج یون (ion - Pair) می توانیم انرژی تفکیک را تا 7% مقدار تجربی محاسبه کنیم.

\* IE(Na) انرژی یونیزاسیون اتم Na و EA(Cl) الکترونیخواهی اتم Cl است. الکترونیخواهی اتمهای خنثی، مثبت است چون EA و IE به یک صورت تعریف می شوند،



$$\text{IE(Na)} = 118/5 \text{ kcal/mol}$$



$$\text{EA(Cl)} = 83/2 \text{ kcal/mol}$$

$$** -e^2/r = - \frac{(4/18029 \times 10^{-10})^2 \times 6/023 \times 10^{23}}{1 \times 10^{-8} \times 4/184 \times 10^7 \times 10^2}$$

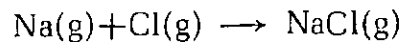
$$= -332/1 \text{ kcal/mol}$$

\*\*\* علامت منفی نشانه این است که در این فرایند انرژی آزاد می شود، یعنی به سمت یک سیستم پایدارتر پیش می رویم.

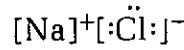
دو گانه، سه گانه، زوج الکترونی، یک الکترونی، سه مرکزی، دو مرکزی، مستقر، پروتون دار شده، چهار قطبی،  $\sigma$ ،  $\pi$ ،  $\delta$ ،  $\phi$ ، غیر عادی، آویزان، نیم قطبی، قوی، ضعیف، کووالانسی، یونی، فلزی، واندروالسی، هیدروژنی و کووالانسی کوئردینانسی. در اینجا بحث خود را به پنج بخش تقسیم می کنیم و به گفتگو درباره چندین نوع از انواع پیوندهای مذکور می پردازیم و این پنج بخش عبارتند از: پیوندهای یونی، کووالانسی، هیدروژنی، پیوندها در حالت جامد و تغییر در قدرت پیوند.

### پیوندهای یونی

ساده ترین پیوندها، پیوندهایی هستند که از نیروهای جاذبه بین یونهای دارای بارهای مخالف، مثلاً در اکثر جامدات یونی، نتیجه می شود. متأسفانه، حتی جامدات ساده متبلور، در مقایسه با مولکولهای ساده، بین اتمهای خود، الگوهای پیوندی نسبتاً پیچیده ای دارند. مثلاً در بلور کلرید سدیم، هر اتم سدیم با شش اتم کلر و هر اتم کلر نیز به نوبه و به وسیله شش اتم سدیم احاطه شده است. پس، بحث خود را با بررسی تشکیل پیوند در مولکول گازی دو اتمی NaCl شروع می کنیم. غلظت قابل ملاحظه ای از این مولکول موقعی که کلرید سدیم جامد را در خلاء تا دمای چندین درجه سانتیگراد حرارت دهیم، وجود دارد. حال تغییر انرژی را برای تشکیل پیوند مولکول NaCl (گازی) محاسبه می کنیم:



چنانچه تغییر انرژی را به صورت انرژی محصولات منهای انرژی واکنش دهنده ها تعریف کنیم، عدد حاصل منفی خواهد بود. زیرا محصولات از واکنش دهنده ها پایدارترند. برعکس، انرژی تفکیک پیوند مثبت خواهد بود. (در این مرحله فرض بر این است که دانش آموز قبلاً با نظامهای مرتبط با الکترونگاتیوی و قاعده هشتایی آشنا شده است و می داند که مدل ساختمانی لوویس برای NaCl (گاز) یونی به صورت زیر است:



چنانچه یونهای با بار مخالف را به صورت نقطه های بار در نظر بگیریم، نیروی جاذبه آنها بر طبق قانون انرژی کولن،

گستره‌ای از کووالانسی خالص تا یونی کامل را در برمی‌گیرد. روشهای متعددی پیشنهاد شده. رابطه زیر که توسط Barbe<sup>2</sup> پیشنهاد شده کسر خصلت یونی را ( $f_i$ ) در پیوند شیمیایی نشان می‌دهد:

$$f_i = \frac{\chi_A - \chi_B}{\chi_A}$$

در این رابطه  $\chi_A > \chi_B$  و  $\chi_A$  و  $\chi_B$  به ترتیب الکترونگاتیوی اتمهای A و B است. برای یک مولکول فرضی که در آن  $\chi_B = 0$  باشد، خصلت یونی برابر ۱۰۰٪ است و چنانچه  $\chi_A = \chi_B$  باشد مولکولی با ۰٪ خصلت یونی خواهیم داشت. برای مولکول NaCl با به کار بردن الکترونگاتیوی ۳/۱۶ برای Cl و ۰/۹۳ برای Na مقدار خصلت یونی ۷۰٪ (۳۵٪ خصلت کووالانسی) می‌شود. نتایج به دست آمده توسط Barbe برای چندین مولکول در شکل (۱) نشان داده شده است.

### پیوندهای کووالانسی

در بالا تشکیل پیوند یونی را بدون متوسل شدن به مکانیک کوانتومی مورد بحث قرار دادیم، اگر چه محاسبات مکانیک کوانتومی روی NaCl(g) نیز یک تصویر اساساً یونی از پیوند به دست می‌دهد. برای تشکیل پیوند کووالانسی هم ما می‌توانیم برای یک درآمدی مقدماتی، از به کارگیری صریح مکانیک کوانتومی اجتناب کنیم. باید توجه داشت که لوویس نظریه خود را درباره پیوند جفت الکترونی و قاعده هشتمی در سال ۱۹۱۶ پیشنهاد کرد و این تاریخ چندین سال قبل از پیدایش تئوری جدید مکانیک کوانتومی در سال ۱۹۲۵ بوده است. از این رو، بحث درباره پیوند کووالانسی را با مطرح ساختن نظریه لوویس شروع می‌کنیم.

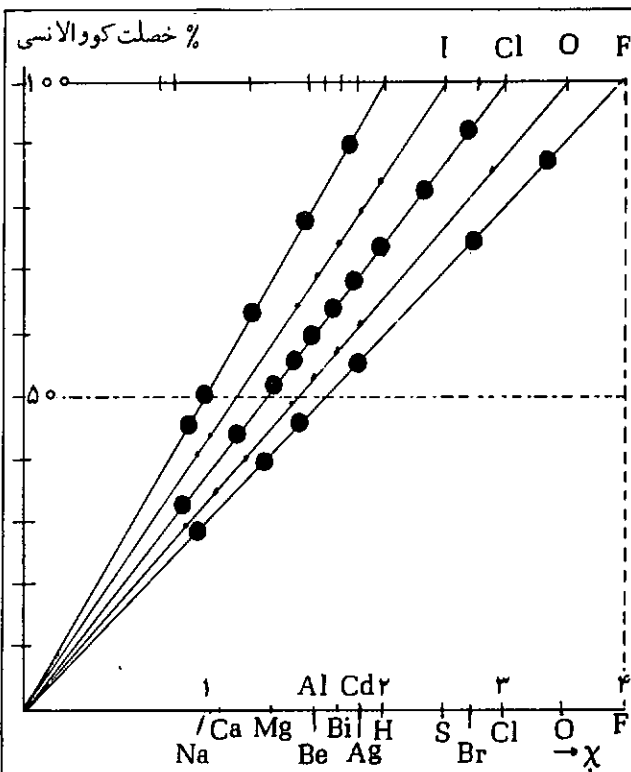
### ساختمان لوویس برای مولکولهای ساده

در شکل (۲) ساختمانهای لوویس برای چند مولکول ساده نشان داده شده است. این نمونه‌ها برای نشان دادن مفاهیم زیر کفایت می‌کنند: (۱) پیوند جفت الکترونی، (۲) اکت الکترونیها، (۳) زوج تنها در مقابل زوج پیوندی و (۴) پیوند ساده در مقابل پیوند چندگانه. ساختمانهای

چنانچه بخواهیم محاسبه بالا مربوط به مولکول دو اتمی را به حالت جامد بسط دهیم، لازم است که به بلندتر بودن طول پیوند در حالت جامد توجه کنیم و ثابت مدلانگ (مربوط به آرایش هندسی بلور و اثرات متقابل الکتروستاتیک یونها در فواصل مختلف که مقدار آن برای بلور NaCl، ۱/۷۵ است) را نیز در نظر بگیریم. این نکته تأکید می‌شود که طول پیوند در NaCl جامد بلندتر از طول پیوند در مولکول دو اتمی است (۲/۸۱۴Å در مقابل ۲/۳۶Å) زیرا هر اتم به جای تنها یک برهم‌کنش در مولکول دو اتمی، در حالت جامد دارای چندین برهم‌کنش است.

### درجه یونی پیوندهای قطبی

در محاسبه بالا فرض بر این بود که انتقال الکترون بین اتمهای Na و Cl به طور کامل انجام می‌گیرد. ولسی، در کلیه پیوندهای شیمیایی، انتقال بار الکترونی فقط به طور جزئی است. برای تجسم این مطلب که تغییر در پیوند شیمیایی



شکل (۱) نمودار درصد خصلت کووالانسی به صورت تابعی از الکترونگاتیوی دو اتم در یک پیوند شیمیایی. خطوط رسم شده نشان می‌دهند که ترکیب مورد نظر هیدرید، یدید، کلرید اکسید یا فلوئورید است. (فرانس ۳)

در این مرحله لازم است که ترتیب اتصال اتمها را به دانش آموز بدهیم ولی بعداً خواهیم دید که چگونه می توان با استفاده از مدل ساختمانی لوویس پایدارترین آرایش را برای اتمها، حداقل در بسیاری از سیستمهای ساده معدنی، پیشگویی کرد.

۳- چنانچه تعداد الکترونها در اطراف اتم مرکزی به هشت نرسیده باشد و روی اتمهای انتهایی زوج تنها داشته باشیم، این الکترونها را به وسیله تشکیل پیوند چندگانه با اتم مرکزی به کار گیریم.

۴- از بین ساختمانهای ممکن، ساختمانی که بار فرار دادی کوچکتری (۰، +۱، -۱) روی هر اتم باقی می گذارد ترجیح داده می شود. نکته اخیر همان اصل الکترونوترالیت پاولینگ است.

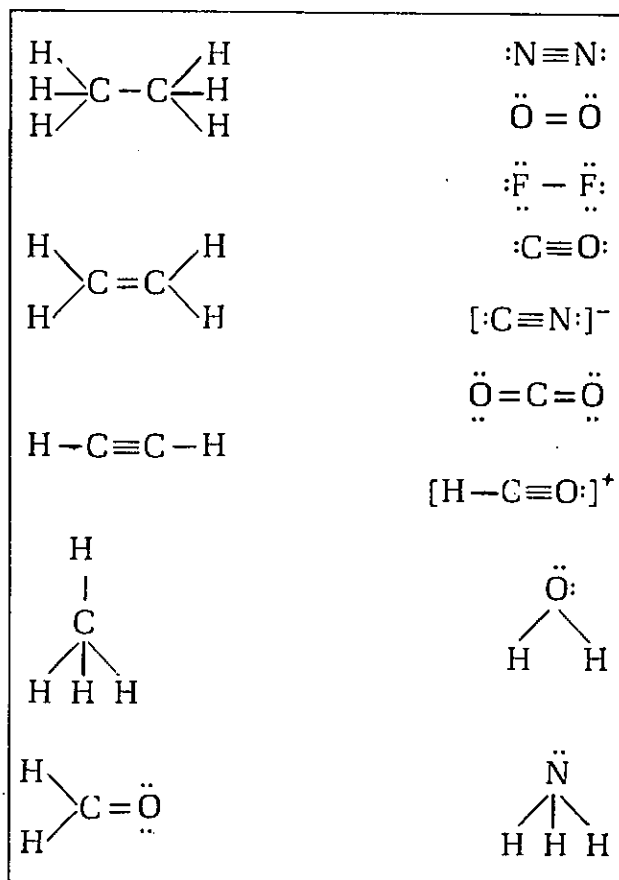
### موارد کاربرد ساختمانهای لوویس

واکنش پذیری - مولکولهایی که در شکل (۲) نشان داده شده اند همگی در دمای اتاق و فشار معمولی پایدارند و در آنها قاعده هشتایی رعایت شده است. از طرف دیگر، نمونه هایی مانند  $\text{CH}_4$ ،  $\text{BH}_3$ ،  $\text{CH}_3$  و  $\text{CH}$  در فازگازی شناخته شده اند که کاملاً واکنش پذیرند و در آنها، که فقط به طور گذرا وجود دارند، کمتر از هشت الکترون والانس موجود است. ذکر این مطلب به این معنا نیست که مولکولهای گذرا حائز اهمیت نیستند چون رادیکالهای آزاد هیدروکربن ممکن است در شیمی شعله (Flame Chemistry) بسیار مهم باشند. ما همچنین مایل نیستیم این تصور را به وجود بیاوریم که کلیه مواد پایدار باید از قاعده هشتایی تبعیت کنند. برای مثال مولکولهای قفسی یا خوشه ای متعددی مثل  $\text{B}_6\text{Cl}_6$  وجود دارند که در آنها قاعده هشتایی صادق نیست. با وجود این برای مولکولهای عادی که در شیمی دوره دبیرستان با آنها سروکار داریم قاعده هشتایی به طور آشکار به عنوان یک وسیله پیشگویی کننده واکنش پذیری مولکولی به کار می آید. دوش نیروی دافعه زوج الکترون لایه والانس (VSEPR)\* اساس این روش که برای پیشگویی شکل فضایی مولکولها بی اندازه سودمند است در شکل (۳) نشان داده شده است. اگر چه برای مولکولهایی که اتم مرکزی آنها یکی از عناصر

\*VSEPR = Valence Shell Electron Pair Repulsion

لوویس همچنین برای موارد زیر ضروری و اساسی است:

(۱) پیشگویی این مطلب که کدام سیستمهای مولکولی کاملاً واکنش پذیرند، (۲) پیشگویی شکل فضایی مولکولها با استفاده از روش نیروی دافعه زوج الکترونها لایه والانس، (۳) وارد کردن مفهوم بار فرار دادی، (۴) پیشگویی توپولوژی مولکولی (ترتیب پیوند اتمها به یکدیگر) و (۵) توصیف هیبریداسیون اوربیتالها در تئوری ساده پیوند والانسی.



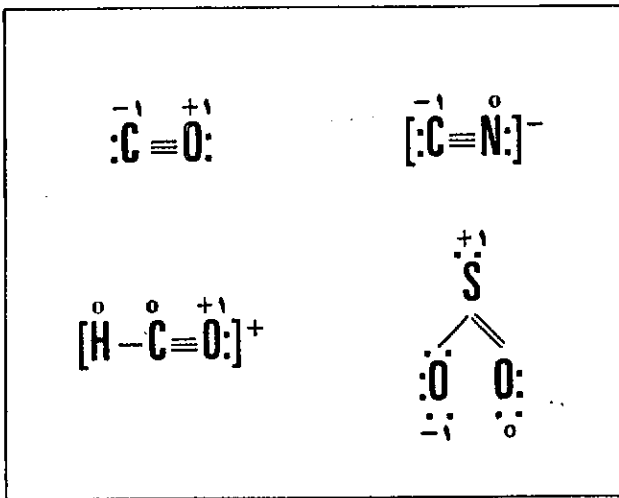
شکل (۲) ساختمانهای لوویس برای تعدادی از مولکولهای ساده

در زیر به این پنج مطلب اشاره می کنیم و سپس پاره ای از مشکلاتی را که با ساختمانهای لوویس داریم متذکر می شویم. برای رسم ساختمانهای لوویس رعایت نکات زیر مفید خواهد بود:

- ۱- تعیین تعداد کل الکترونها والانس در مولکول یا یون.
- ۲- نشانه های اتمی را در یون یا مولکول مورد نظر با ترتیب صحیحی که دارند بنویسیم و با رعایت قاعده اکت تعداد الکترونها والانس را نخست برای اتمهای انتهایی مشخص کنیم (تعداد این الکترونها برای هیدروژن، ۱ است).

مشترك بين دو اتم را بدطور مساوى بين آنها تقسيم مى كنيم حتى اگر الكترونگاتيوى آنها متفاوت باشد زوج الكترون تنها را فقط براى آن اتمى كه زوج تنها به آن مربوط مى شود به حساب مى آوريم. در شكل (۴) چند نمونه داده شده است. توجه داشته باشيد كه بار قرار دادى به هيچ وجه به عنوان يك بار واقعى به حساب نمى آيد، همان طور كه اعداد اكسایش را نبايد به عنوان بارهاى واقعى در نظر گرفت. جمع بارهاى قرار دادى بايد برابر بار يون يا مولكول باشد.

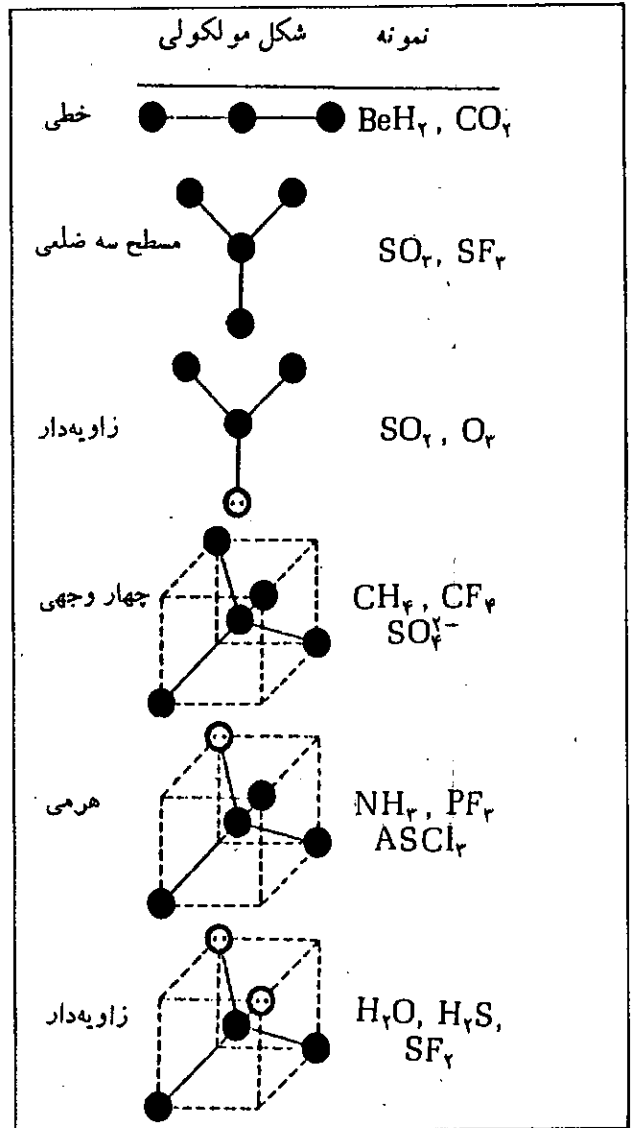
بار قرار دادى علاوه بر اينكه در نوشتن فرمولهاى ساختمانى لوويس به كار مى آيد، در موارد ديگرى هم سودمند واقع مى شود. در شكل (۴) مشاهده مى كنيم كه براى CO، اتم C داراى بار قرار دادى منفى و اتم O داراى بار قرار دادى مثبت است و اين بارها عكس آن چيزى است كه براساس الكترونگاتيوى پيش بينى مى شود. اين اثر به علت وجود پيوند سه گانه در CO است. همان دو قطبى تجربى مولكول CO بسيار كوچك است و سر منفى اين دو قطبى روى اتم كربن است.



شكل (۴) نمايش بار قرار دادى آنها در چند تركيب

توپولوژى - پاولينگك سالها قبل نشان داد كه پايدارترين وضعيت را براى اتصال اتمها در يك مولكول مى توان به وسيله تئورى ساده دافعه هسته اى نتيجه گيرى كرد. در اینجا مى خواهيم با استفاده از ساختمانهاى لوويس به هدف مشابهى دست يابيم، يعنى ترتيب اتصال اتمها را به يكدیگر براى پايدارترين ساختمان يك مولكول پيدا كنيم. فرض كنيد مى خواهيم براى مولكول HCOF كه ۱۸ الكترون والانس

C، N يا O است زواياى پيوند بين ۱۰۰° و ۱۰۹° بسيار متداول است ولى در مولكولهاى كه به عنوان اتم مركزى اتمهاى مربوط به تناوبهاى سوم و بالاتر را دارند، زواياى نزديك به ۹۰° بيشتر ديده مى شود.



شكل (۳) شكل مولكولى به صورت تاييى از تعداد زوج الكترونها در اطراف اتم مركزى (VSEPR).

بار قرار دادى - اين واژه صرفاً اشاره به روشى است كه براى تقسيم الكترونها در يك مولكول به كار مى رود. در مولكول گازی NaCl تشكيل پيوند را به طور قرار دادى براساس انتقال الكترون از اتم Na به اتم Cl در نظر مى گيريم و مى گوييم كه در اينجا حالت اكسایش سدیم +۱ و از آن كلى، -۱ است. در روش بار قرار دادى، الكترونهاى



نخستین ساختمان از سمت چپ از قواعد ۲ و ۵ تبعیت می کند و این ساختمان با پایدارترین ایزومر HCOF مطابقت می کند. هیبریداسیون - مفهوم هیبرید شدن اوربیتالها نخستین بار در سال ۱۹۳۱ توسط پاولینگ ارائه شد و از این راه تشکیل پیوندها را به وسیلهٔ ماکسیم همپوشانی اوربیتالهای اتمی با استفاده از اوربیتالهای اتمی s و p توضیح داد. برای مثال، در مولکول متان، برای اینکه چهار پیوند C-H ماکسیم قدرت را داشته باشند باید بین اوربیتالهای کربن و اوربیتالهای s اتمهای هیدروژن در گوشه‌های یک چهاروجهی ماکسیم همپوشانی اوربیتالی وجود داشته باشد - براساس پیشنهاد پاولینگ با نزدیک شدن اتمهای H به اتم مجزای C، چهار اوربیتال اتمی s و p کربن به صورت هیبرید در می آیند و چهار اوربیتال هیبریدی هم‌ارز می‌دهند که متوجه گوشه‌های یک چهاروجهی منظم هستند. در جدول زیر ساختمان هندسی و نوع هیبریداسیون، تنها برای اوربیتالهای s و p داده شده است، چون مفهوم هیبریداسیون بیشتر در شیمی آلی به کار برده می‌شود.

### ساختمان هندسی و هیبریداسیون

تعداد اوربیتالهای هیبریدی	نوع اوربیتالهای هیبریدی	
	هیبریدی	آرایش فضایی
دو	sp	خطی
سه	sp <sup>2</sup>	سه ضلعی مسطح
چهار	sp <sup>3</sup>	چهاروجهی

الف) چنانچه یکی از اوربیتالهای هیبریدی به وسیلهٔ زوج تنها اشغال شده باشد، شکل فضایی خمیده است.  
 ب) چنانچه یکی از اوربیتالهای هیبریدی به وسیلهٔ زوج تنها اشغال شده باشد شکل فضایی، هرمی است و اگر دو اوربیتال هیبریدی به وسیلهٔ زوجهای تنها اشغال شده باشند، شکل فضایی زاویه‌دار است.

### زمینه‌هایی که با ساختمانهای لوویس مشکل داریم

دذوناس - مولکولها یا یونهای را می‌شناسیم که برای آنها بیش از یک ساختمان لوویس می‌توان رسم کرد مثلاً یون

دارد بینیم ساختمان مولکولی چیست؟ آیا این مولکول به صورت خطی HFOC، HFCO، HOCF، HCOF، HCFO یا HCFO است؟ یا اینکه به صورت غیر خطی است، و اگر غیر خطی است، آیا به صورت مسطح است؟ برای دست یافتن به پایدارترین توپولوژی بسیاری از مولکولها توجه به «قواعد» تجربی زیر با رعایت ترتیب تقدم آنها مفید خواهد بود.

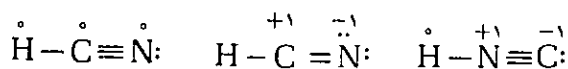
۱- اتمهای هیدروژن در انتها قرار می‌گیرند مثلاً HCN است نه CHN.

۲- برای دو عنصر که در یک ردیف از جدول تناوبی قرار دارند، عنصری که به سمت راست جدول قرار گرفته، عنصر انتهایی خواهد بود، برای مثال HCN. ایزومر HNC پایداری کمتری دارد.

۳- برای یک ترکیب معین ساختمانهایی که حلقه سه عضوی داشته باشند عموماً پایدارترین ایزومر را تشکیل نمی‌دهند مثلاً توپولوژی مولکولی اسید ایزوسیانیک به صورت HNCO است و بین اتمهای C، N و O یک حلقه سه عضوی تشکیل نمی‌دهد. حلقه سه عضوی برای مولکولهایی که از قاعده اکت تبعیت نمی‌کنند مثلاً در بورانها متداول است.

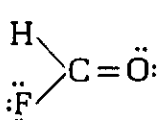
۴- ساختمانهایی که در آنها اتمهای انتهایی دارای اکت هستند (به غیر از هیدروژن) ترجیح دارند مثلاً H-C≡N: نه H-C=N:

۵- ساختمانهایی که در آنها بارهای قرار دادی روی اتمها، پایین باشد، ترجیح دارند مثلاً از بین:

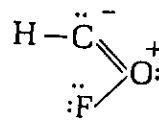


ساختمان اول از سمت چپ مناسب‌ترین ساختمان برای پایدارترین ایزومر HCN است.

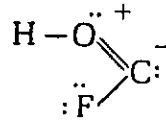
با به کار بردن قواعد بالا در مورد HCOF می‌توانیم سه ایزومر زیر را که هر یک توپولوژی متفاوتی دارند بنویسیم:



مسطح

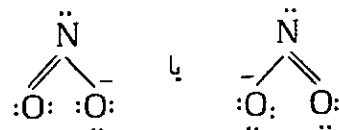


غیر خطی

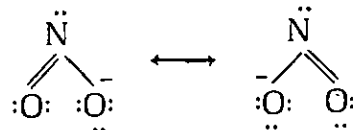


غیر خطی

نیتریت  $\text{NO}_2^-$  را می‌توان به دو صورت زیر رسم کرد:

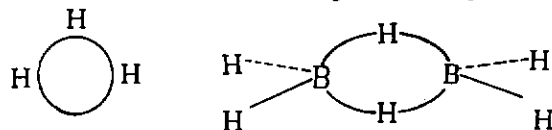


در هر یک از این دو مورد قاعده اکتت رعایت شده است ولی در صورتی که این ساختمانها درست باشند دو طول پیوند نیتروژن - اکسیژن باید انتظار داشت یکی یگانه و دیگری دو گانه. مطالعات ساختمانی بر روی  $\text{NO}_2^-$  نشان می‌دهند که طول هر دو پیوند یکسان است. پس در اینجا طرح ساده‌ای را که برای شمارش الکترونها و الانس و تخصیص آنها به آنها به صورت پیوند یا زوج تنها، به کار بردیم کاملاً رضایت بخش نیست و برای توصیف تقارن کامل این یون باید به جای پیوندهای جفت الکترونی مستقر، مفهوم الکترونها غیر مستقر را وارد کنیم.



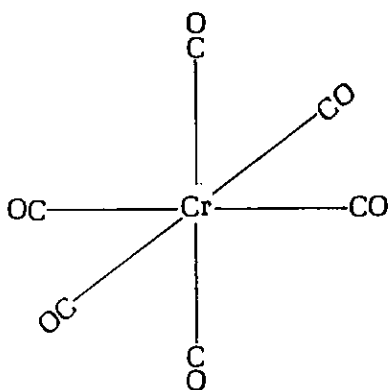
ترکیبات دارای کمبود الکترون - این واژه در واقع شامل دو نوع مولکول می‌شود. مولکولهایی که به معنای واقعی کلمه کمبود الکترون دارند و مولکولهایی که آنها را در علم شیمی بدین صفت می‌شناسند. از دسته اول می‌توانیم مولکول  $\text{BH}_3$  و کاتیون متیل  $\text{CH}_3^+$  را نام ببریم. در این نمونه‌ها فقط شش الکترون و الانس وجود دارند و از این رو بسیار الکترون-دوستند.

در دسته دوم نمونه‌های ساده‌ای مثل  $\text{B}_2\text{H}_6$  و  $\text{H}_3^+$  را می‌توان ذکر کرد که توصیف ساختمان آنها بر اساس دو الکترون به ازاء هر پیوند (یا خط اتصال بین دو اتم) که همان مدل لوویس باشد ممکن نیست، ولی با در نظر گرفتن پیوندهای سه مرکزی دو الکترونی می‌توان ساختمان آنها را توضیح داد. چنین پیوندهایی را در زیر با رسم یک دایره در مورد  $\text{H}_3^+$  و دو خط منحنی در مورد  $\text{B}_2\text{H}_6$  نشان داده‌ایم. کمبود الکترون فقط خاص شیمی بوران نیست و بسیاری از ساختمانهای حالت جامد و همچنین کربوکاتیونها در زمینه شیمی آلی را می‌توان در این دسته بندی قرار داد.



شیمی حالت جامد - در این زمینه از شیمی، ساختمانهای لوویس چندان به کار گرفته نشده‌اند. حتی فلز سدیم که در آن هر اتم سدیم در نزدیکترین فاصله به وسیله ۱۲ اتم دیگر در اطراف آن احاطه شده است می‌تواند به عنوان نمونه‌ای با کمبود الکترون تلقی شود. برای بحث راجع به تعدادی از ساختمانهای حالت جامد مانند دو آلوتروپ کربن، می‌توانیم از ساختمانهای لوویس کمک بگیریم. زوایای پیوند در الماس، چهاروجهی و در گرافیت، سه ضلعی است.

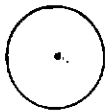
شیمی فلز واسطه - با اینکه به دانش آموزان مکرراً تأکید می‌کنیم که به هنگام استفاده از مدل ساختمانی لوویس حساب و کتاب الکترونها را داشته باشند، موقعی که به فلزات واسطه می‌رسیم، حتی برای ترکیبی به سادگی  $\text{Cr}(\text{CO})_6$  هشت وجهی، این موضوع را نادیده می‌گیریم. چه دلیل دارد که بین اتم Cr و شش لیگاند CO فقط ۱۲ الکترون را مجسم می‌کنیم؟



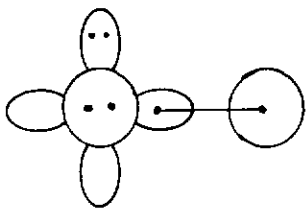
پاسخ پرسش بالا این است که به طور کلی در شیمی فلزات واسطه برای پیشگویی شکل مولکولها از طریق VSEPR، ساختمانهای لوویس نتایج سودمندی نمی‌دهند. بنابراین در اینجا الکترونها «ناپیوندی» d را روی فلز نادیده می‌گیریم اگر چه در پیشگویی شکل مولکولی برای عناصر گروههای اصلی جدول، الکترونها ناپیوندی نوع s و p مهم هستند.

با این همه برای بسیاری از ترکیبات آلی فلزی که لازمه وجود یک مولکول پایدار رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب (۱۸ الکترون) در لایه و الانس است، شمارش الکترونها را به کار می‌بریم. در اینجا شش الکترون «ناپیوندی» اتم کروم را هم به حساب می‌آوریم. قاعده عدد اتمی مؤثر به اندازه قاعده ۸ الکترون تبعیت نمی‌شود و کمپلکسهایی نظیر  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$  در محلول آبی پایدارند اگر چه در اینجا در

نشده‌اند و اوربیتالهای  $2p$  در صورتی که در صفحه کاغذ باشند به صورت متداول دولپی و عمود بر صفحه کاغذ به صورت دایره نمایش داده می‌شوند. آرایش  $1s^1$  اتم H هم به صورت زیر رسم می‌شود:

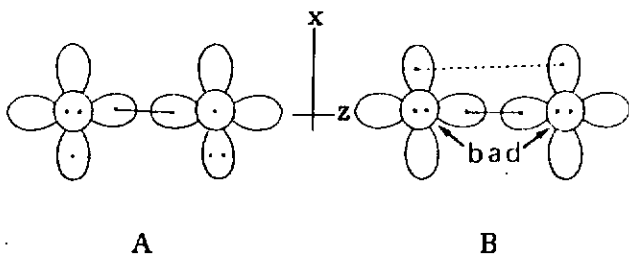


پس برای نمایش تشکیل پیوند بین اتمهای H و F در مولکول HF از نمودار زیر استفاده می‌شود:



در اینجا می‌توان استدلال کرد که چنین نموداری نسبت به مدل معمولی ساختمان لوویس هیچ‌گونه مزیتی ندارد و در این مورد به خصوص شاید این موضوع صحت داشته باشد. تنها مزیت آن این است که نشان می‌دهد تشکیل پیوند بین يك اوربیتال  $2p$  اتم F و اوربیتال  $1s$  اتم H انجام می‌گیرد ولی این مزیت با توجه به اینکه الکترونهاى والانس  $2s$  اتم F نشان داده نشده‌اند، ارزش خود را از دست می‌دهد.

مزیت واقعی روش عمومی پیوند والانسی را می‌توان با مطرح ساختن مولکول اکسیژن مجسم کرد. ترسیم این مولکول به وسیله مدل ساختمانی لوویس مشکل است زیرا نمی‌توان وجود دو الکترون جفت نشده را در این مولکول نشان داد، در صورتی که در روش عمومی پیوند والانسی ترسیم آن خیلی ساده است. اتم اکسیژن يك الکترون کمتر از اتم فلورین دارد، با جفت شدن دو اتم اکسیژن دو آرایشی را که در زیر به صورت‌های A و B ترسیم شده‌اند خواهیم داشت:



در شکل A در اوربیتالهای همپوشاننده  $p_x$  و  $p_y$  هر کدام

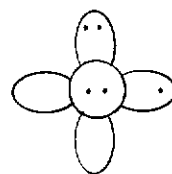
لایه والانس کروم ۱۵ الکترون بیشتر وجود ندارد.

ترکیبات هیپروالانسی - واژه هیپروالانسی اشاره به ترکیبات عناصر گروههای اصلی دارد که در آنها شمارش الکترونها در اطراف اتم مرکزی از هشت تجاوز می‌کند مثل  $PF_5$ ،  $SF_6$  و  $ClF_3$  که به ترتیب ۱۰، ۱۲ و ۱۲ الکترون در اطراف اتم مرکزی دارند. حتی می‌توانیم  $SO_4$  را به صورتی بنویسیم که بین S و هر يك از اتمهای O يك پیوند دوگانه داشته باشیم و در آن صورت ۱۰ الکترون در اطراف اتم S نتیجه می‌شود. منظور کردن ۱۰ الکترون برای تئوری پیوند جفت الکترونی مسأله‌ای ایجاد نمی‌کند ولی برعکس، انجام این کار، تخطی از قاعده هشتایی است.

این بحث را راجع به ساختمانهای لوویس به این صورت خلاصه می‌کنیم که استفاده از مدل ساختمانی لوویس نقطه‌آغاز بسیار سودمندی برای شیمیدانها بوده و خواهد بود تا به وسیله آن ساختمان الکترونی و پیوند را برای بسیاری از مولکولها به خصوص در زمینه شیمی آلی در نظر بگیرند ولی هرگز نباید به دانش‌آموزان خود این طور بیاموزیم که قاعده اکت اصلی است که در همه ترکیبات باید رعایت شود.

### مدلهای «پیشرفته» ساختمان لوویس

ما به مزیتها و نارساییهای مدل‌های ساده ساختمان لوویس اشاره کردیم. در روش عمومی پیوند والانسی (Generalized Valence Bond) طریقه‌ای ارائه شده است که به کمک آن می‌توان مدل ساختمان لوویس را برای غایب بر پاره‌ای از نارساییهایی که دارد، تقویت کرد. در این روش حساب نوع اوربیتالهای اتمی را که برای تشکیل پیوندهای شیمیایی به کار می‌آیند خواهیم داشت. برای مثال، آرایش الکترونی فلورین به صورت  $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2$  نوشته می‌شود. در روش عمومی پیوند والانسی این آرایش الکترونی به صورت زیر نشان داده می‌شود:

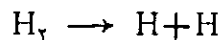


در این شکل الکترونهاى  $1s$  و  $2s$  به صراحت نشان داده

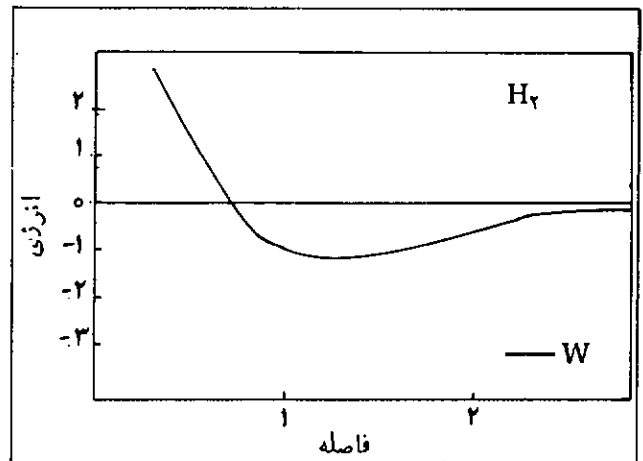
سه الكترون وجود دارد. به علت اصل طردپاولی، الكترون سوم باید در اوربیتالی قرار بگیرد که نسبت به دو الكترون اول عمود است (اثر سه الكترون در اوربیتالهای  $p_x$  به طور خالص به مثابه يك الكترون پیوندی است و این موضوع برای سه الكترون موجود در اوربیتالهای  $p_y$  هم صدق می کند. پس آرایش  $A$  يك پیوند دو گانه را برای  $O_p$  پیشگویی می کند). در هر حال، هریک از اوربیتالهای نوع  $p_x$  و  $p_y$  يك الكترون جفت نشده دارد و به این ترتیب توانسته ایم بدون متوسل شدن به يك تئوری پیچیده، پارامغناطیس بودن مولکول  $O_p$  را توضیح بدهیم. آرایش  $B$  يك مولکول دیامغناطیس می دهد ولی پیشگویی می شود که این حالت به علت اثر دافعه بین زوج الکترونها در اوربیتالهای  $p_y$ ، سطح انرژی بالاتری نسبت به  $A$  داشته باشد و در واقع برای مولکول  $O_p$  حالت  $B$  که انرژی آن حدود ۳۸ کیلوکالری برمول بیشتر از  $A$  است وجود دارد.

### ماهیت پیوند کووالانسی

در اینجا ارزش دارد که ماهیت پیوند شیمیایی را در يك مولکول ساده مثل  $H_2$  بررسی کنیم. مدل ساختمانی لوویس صرفاً وسیله ای برای حفظ حساب و کتاب الکترونهاست پس چه عاملی در واقع موجب پایداری مولکول  $H_2$  است؟

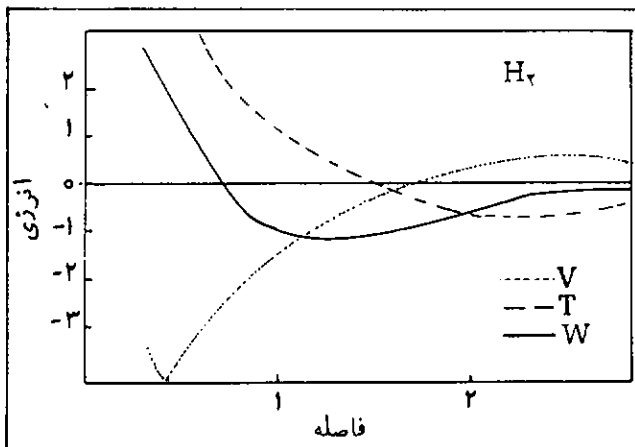


$$= 103 \text{ kcal/mol} \text{ تفکیک}$$



شکل (۵) نمودار انرژی کل (در واحد انرژی پیوند  $H_2$ ) که به صورت تابعی از فاصله بین هسته ای (در واحد طول پیوند تعادلی  $H_2$ ) نشان داده شده است.

حال يك سیستم چهارذره ای که در آن هسته ها در فاصله  $R$  نسبت به یکدیگر ثابت شده اند را در نظر می گیریم. انرژی کل به وسیله انرژی پتانسیل کل و انرژی جنبشی کل تعیین می شود و چون موقعیت هسته ها را ثابت فرض کرده ایم، انرژی جنبشی منحصرأ مربوط به الکترونهاست. انرژی کل به صورت تابعی از فاصله تغییر می کند و معمولاً به صورت يك منحنی که به غلط منحنی انرژی پتانسیل نامیده شده، نمایش داده می شود (شکل ۵). ما مایلیم بدانیم که چگونه این انرژی کل از انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ترکیب یافته است. نتایج در شکل ۶ نشان داده شده و می رساند که شکل منحنی انرژی کل نتیجه



شکل (۶) نمودار انرژی کل  $W$ ، توسط انرژی جنبشی الکترون  $T$ ، و متوسط انرژی پتانسیل  $V$  مولکول  $H_2$ ، به صورت تابعی از فاصله بین هسته ای. واحدهای انتخاب شده، همانند شکل ۵ است.

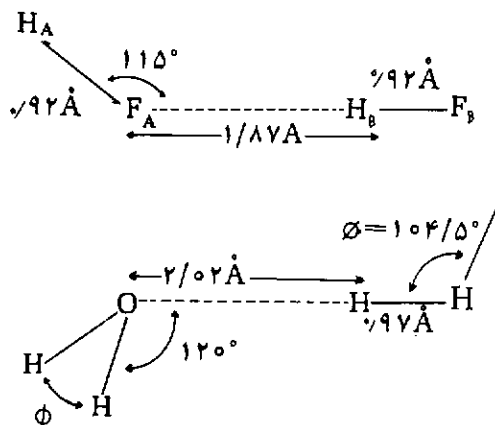
برهم کنش ظریفی بین انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل است. در اینجا قصد ما بحث راجع به این منحنی ها نیست زیرا در بعضی از کتابها تمامی فصول کتاب، به این موضوع اختصاص داده شده است. در اینجا فقط ذکر این نکته کفایت می کند که طرح این مطلب که الکترونها صرفاً «چسبی» برای به هم متصل نگهداشتن هسته ها است، کاملاً درست نیست چون چنین عبارتی می رساند که اتصال ذرات در این سیستم منحصرأ مربوط به انرژی پتانسیل است. در قسمت اول این منحنی (وقتی که  $R$  بزرگ است) تغییر انرژی جنبشی است که هسته ها را به هم نزدیک می کند، ولی درست موقعی که انرژی جنبشی رو به افزایش می گذارد تغییر انرژی پتانسیل دخالت می کند و سیستم را پایداری سازد. در اینجا بی مناسب نیست که اظهار نظر Kutzelnigg را يك بار دیگر تکرار کنیم که: «پیوند

شیمیایی پدیده‌ای کاملاً پیچیده است که در قالب یک توصیف ساده نمی‌آید».

### مولکولهای قطبی و پیوندهای هیدروژنی

مولکولهای قطبی به طور کلی می‌توانند در حالت گاز، مایع یا جامد به وسیله برهم کنش جاذبه دو سر مولکولها، که بارهای مخالف هم دارند، انرژی پایین تری را کسب کنند. یک نوع به خصوص مهم از برهم کنشهای قطبی، پیوند هیدروژنی است. این نوع پیوند یک پیوند به نسبت ضعیفی است - حدود ۵ کیلوکالری برمول - بین یک اتم H که بار مثبت دارد و یک اتم کوچک الکترونگاتیو که معمولاً O، N یا F است (یادآور می‌شود که یک پیوند کووالانسی یا یونی حدود ۱۰۰ کیلوکالری برمول است).

در اینجا ساختمانهای دیمرهای فازگازی HF و H<sub>2</sub>O را بررسی می‌کنیم تا اینکه پاره‌ای از وجوه مربوط به سیستمهای دارای پیوند هیدروژنی را مجسم کنیم.



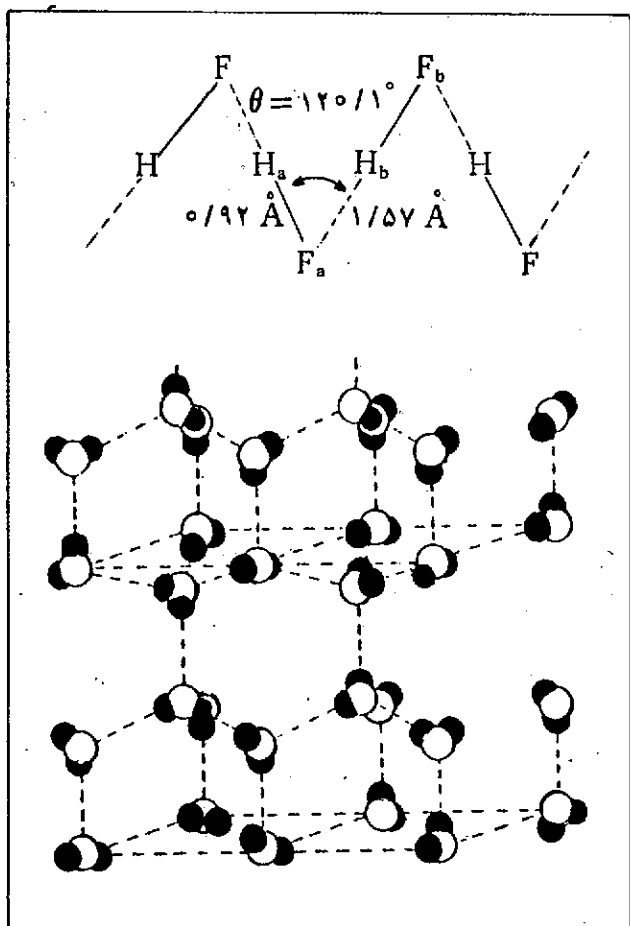
برای مورد اول مشاهدات زیر وجود دارد:

۱- واحدهای مولکولی هیت خود را حفظ می‌کنند. طول پیوندهای H<sub>a</sub>-F<sub>a</sub> و H<sub>b</sub>-F<sub>b</sub> ۰/۹۲ Å است و با در نظر گرفتن خطای تجربی با طول پیوند برای HF مونومر یکسان است.

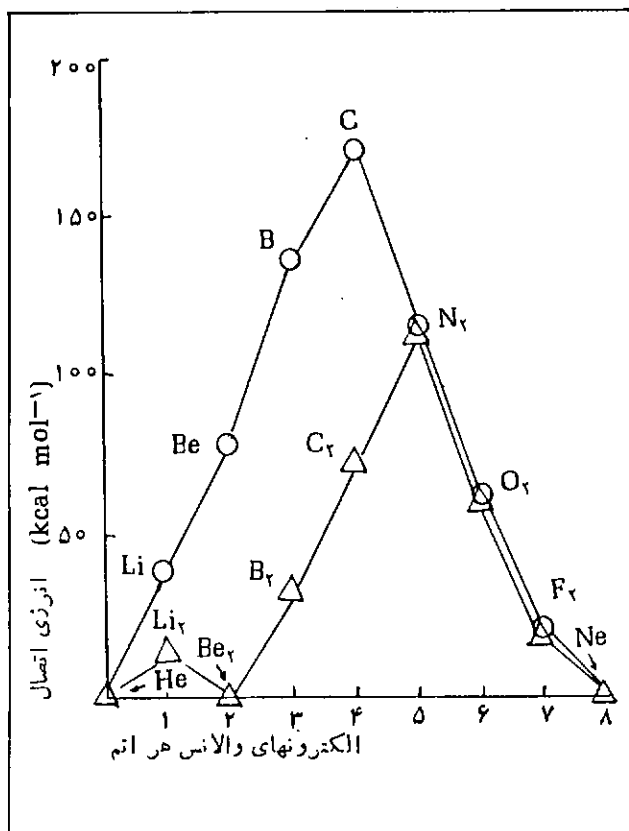
۲- پیوند H<sub>b</sub>-F<sub>a</sub> خطی است.

۳- موقعیت اتم هیدروژن بین دو اتم F به صورت متقارن نیست تنها در پیوندهای هیدروژنی قوی مثل FHF<sup>-</sup>، هیدروژن موقعیتی متقارن دارد. زاویه θ معمولاً بین ۱۰۰° و ۱۲۰° است. برای (HF)<sub>n</sub>، زاویه H<sub>a</sub>-F<sub>a</sub>.....H<sub>b</sub> ۱۱۵° ± ۵° معلوم شده است.

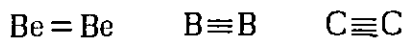
تشکیل پیوند هیدروژنی اثرات مهمی برای ساختمانهای حالت جامد که به وسیله HF و H<sub>2</sub>O اختیار می‌شود دارد، (شکل ۷). ساختمان HF به صورت زنجیر زیگ زاگ مولکولهای HF است که به وسیله پیوندهای هیدروژنی به یکدیگر متصلند. ساختمان یخ نشان می‌دهد که هر اتم اکسیژن یک مولکول قطبی H<sub>2</sub>O به طور چهاروجهی به وسیله پیوندهای هیدروژنی به چهار اتم اکسیژن دیگر در ساختمانی که تا حدودی شبیه به الماس است متصل است. برای دو پیوند از چهار پیوند هیدروژنی، اتمهای هیدروژن به وسیله مولکول مرکزی H<sub>2</sub>O تأمین می‌شود. در دو پیوند هیدروژنی دیگر، اتمهای H از مولکولهای H<sub>2</sub>O همسایه تأمین می‌شوند. اگر چه پیوندهای هیدروژنی در مقایسه با پیوندهای کووالانسی به نسبت ضعیفند، با وجود این حائز اهمیتند چون تعداد زیادی از آنها در فازهای جامد و مایع وجود دارند. نقطه جوش بالای H<sub>2</sub>O (۱۰۰°C) در مقایسه با H<sub>2</sub>S (۶۱°C) بدین وسیله توضیح داده می‌شود.



شکل (۷) ساختمانهای حالت جامد HF و H<sub>2</sub>O

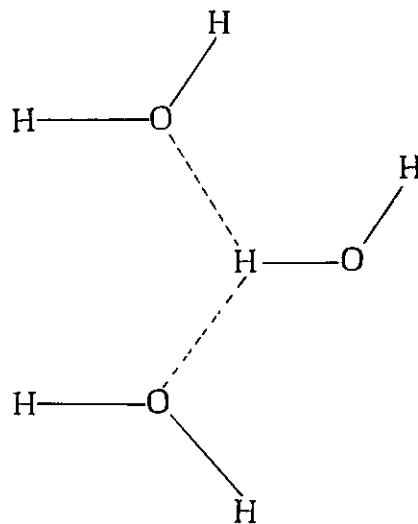


شکل (۸) نمودار انرژیهای پیوند (که به صورت  $1/2A_p \rightarrow A$  بیان شده) مولکولهای دو اتمی گازی جور هسته و انرژیهای اتمی شدن حالت جامد همین مواد به صورت تابعی از تعداد الکترونهاي والانس.



با توجه به انرژیهای نسبی آرایش برانگیخته  $sp$  در مقایسه با آرایش  $s^2$ ، می توان توضیح داد که  $\text{Be}_p$  در فاز گازی دارای مرتبه پیوند صفر است، در حالیکه انرژی اتمی شدن ماده جامد،  $76 \text{ kcal/mol}$  است. به تدریج که آنها برای تشکیل جامد به یکدیگر نزدیک می شوند، انرژی کل سیستم با آرایش  $sp$  کمتر از انرژی کل سیستم با آرایش  $s^2$  است. در حالت اول دو الکترون موجود پیوندی هستند در حالیکه در حالت دوم زوج الکترونها روی هر اتم یکدیگر را دفع می کنند. این مفهوم در شکل ۹ نشان داده شده است در واقع برای تشکیل یک ریز بلور از  $\text{Mg}$  (که با  $\text{Be}$  هم والانس است) باید محلی جهت **Nucleation** وجود داشته باشد. آزمایش نشان می دهد که گاز  $\text{Mg}$  در ظرفی که پوشیده از یک هالید قلیایی است و مانع از **Nucleation** است، در دمای اتاق در فشار  $10^{-6} \text{ torr}$  به صورت یک گاز نیمه دائمی باقی می ماند و به حالت جامد متراکم نمی شود با اینکه فشار بخار

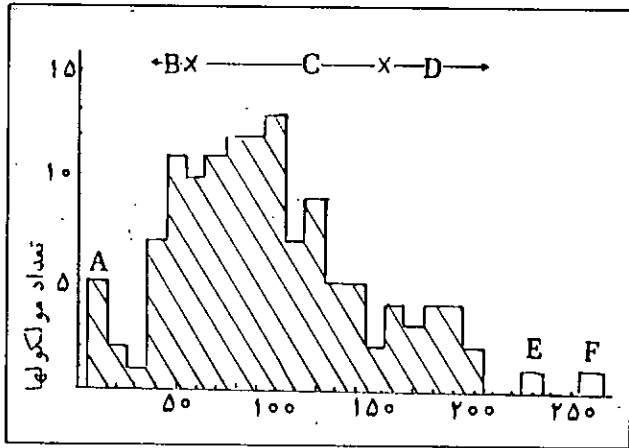
با توجه به اینکه تشکیل پیوند هیدروژنی موجب به وجود آمدن یک شبکه باز در ساختمان یخ می شود (شکل ۷) یخ در دمای ذوب، سبکتر از آب است. بر اثر ذوب شدن یخ، قسمتی از این ساختمان باز، فرو می ریزد، به طوری که فاز مایع فشرده تر از فاز جامد است. گرمای ذوب یخ فقط  $1/2 \text{ kcal/mol}$  است در حالی که انرژی پیوندهای هیدروژنی آن حدود  $5 \text{ kcal/mol}$  است. این مقایسه نشان می دهد که به هنگام ذوب یخ فقط حدود  $1/3$  پیوندهای هیدروژنی شکسته می شوند. تصور بر این است که بعضی از پیوندهای هیدروژنی در آب مایع، دو شاخه باشند.



### پیوند در عناصر حالت جامد

در شکل ۸ انرژی پیوند مولکولهای دو اتمی گازی جور هسته با آنالژی اتمی شدن این مواد به حالت جامد، به صورت تابعی از عدد گروه در جدول تناوبی (به عبارت دیگر، تعداد الکترونهاي والانس) مقایسه شده است. برای مولکولهای دو اتمی گازی، این واقعیت که در  $\text{N}_p$  به ما کسیم می رسیم به خوبی از روی مدل ساختمانی لوویس قابل درک است، زیرا در این مولکول پیوند سه گانه وجود دارد. دلیل این مطلب که چرا مرتبه پیوند در  $\text{Be}_p$  صفر، در  $\text{B}_p$  یک و در  $\text{C}_p$  دو است با مدل های ساختمانی لوویس قابل درک نیست (در اینجا می توان تصور کرد که دانش آموز ساختمان این مولکولها را به ترتیب با دو، سه و چهار پیوند نشان دهد و دلیل او هم این باشد که چرا از الکترونهاي والانس ما کسیم استفاده را برای تشکیل پیوند شیمیایی نبریم\*).

قدرت پیوند آنها در این گستره است می‌توانند کسولوانسی، کسولوانسی قطبی یا یونی باشند و می‌توانند به صورت پیوندهای یگانه یا دو گانه یا سه گانه باشند. بعد از آن با پیوندهای شیمیایی بسیار قوی رو به روهستیم قویترین پیوند در CO و سپس N<sub>۲</sub> دیده می‌شود.



شکل (۱۰) هیستوگرام انرژی پیوند ۱۳۱ مولکول دو اتمی که در جداول ضمیمه یافت می‌شوند. دسته A شامل پیوندهای واندروالسی و هیدروژنی است (۰/۱-۱۰ kcal/mol) هیچ یک از این نوع برهم کنشهای مولکولی نشان داده نشده. دسته B شامل پیوندهای شیمیایی ضعیف است (۵۰-۱۰ kcal/mol) دسته C پیوندهای شیمیایی معمولی است (۱۷۰-۵۰ kcal/mol) و دسته D هم پیوندهای قوی است E و F به ترتیب به N<sub>۲</sub> و CO اشاره می‌کند.

خواص پیوند تعدادی از یونها و مولکولهای دو اتمی جور هسته و همچنین مولکولهای هیدرید، هالید و اکسید فلزات واسطه

مولکول	طول پیوند (Å)	انرژی تفکیک پیوند (kcal mol <sup>-۱</sup> )
Ag <sub>۲</sub>	—	۳۸/۷ ± ۲/۲
As <sub>۲</sub>	۲/۲۸۸	۹۱/۳

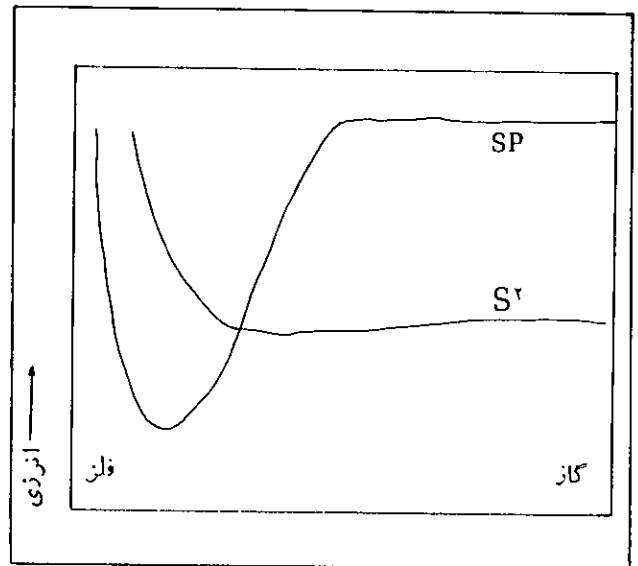
\* البته واقعیت این است که اوربیتالهای ۲s و ۲p از نظر انرژی یکسان نیستند و از این رو هر اتم یک زوج الکترون تنها (۲s<sup>۲</sup>) را حتی در مولکول دو اتمی برای خود حفظ می‌کند.

تعادلی در این دما ۱۰<sup>-۲۱</sup> torr است!

برای عناصر جامد، انرژی اتمی شدن به ازای الکترون والانس تقریباً ثابت است (kcal/mol):

Li	Be	B	C
۳۸	۳۸	۴۴	۴۲

و این موضوع نشان می‌دهد که کلیه الکترونهای والانس در تشکیل پیوند در حالت جامد دخالت دارند. در مقایسه، نتایج شکل ۹ نشان می‌دهد که برای مولکولهای دو اتمی الکترونهای ۲s نباید دخالت چندانی داشته باشند.



شکل (۹) نموداری از کل انرژی مجموعه‌ای از اتمهای Be برای آرایشهای الکترونی s<sup>۲</sup> و sp به صورت تابعی از فاصله بین هسته‌ای.

### تغییر قدرت پیوندهای شیمیایی

در اینجا ارزش دارد که یک دید کلی از قدرت پیوندهای شیمیایی داشته باشیم. این منظور به بهترین وجه به وسیله یک نمودار هیستوگرام (Histogram) برای یک مجموعه از مولکولها (شکل ۱۰) برآورده شده است توجه کنید که ضعیف‌ترین پیوندها شامل پیوندهای واندروالسی و پیوندهای هیدروژنی است که هیچ یک از آنها در این هیستوگرام نیامده است قدرت این نوع پیوندها تقریباً بین ۰/۱ و ۱۰ کیلوکالری بر مول است. سپس پیوندهای ضعیف در گستره ۵۰-۱۰ کیلوکالری بر مول را داریم. پیوندهای شیمیایی معمولی در گستره ۱۷۰-۵۰ کیلوکالری بر مول قرار می‌گیرند مولکولهایی که

مولکول	طول پیوند (Å)	انرژی تفکیک پیوند (kcal mol <sup>-1</sup> )
Se <sub>r</sub>	۲/۱۶۶۳	۷۷/۶
Si <sub>r</sub>	۲/۲۴۶	۷۵
Sn <sub>r</sub>	—	۴۶
Te <sub>r</sub>	۲/۵۵۷۴	۶۲/۳
CrH	۱/۶۵۶	—
MnH	۱/۷۲۲	—
CoH	۱/۵۴۲	—
NiH	۱/۴۷۵	—
PtH	۱/۵۲۸	—
CuH	۱/۴۶۳	۶۳/۰ ± ۱/۵
AgH	۱/۶۱۷۹	۵۳/۲ ± ۱/۵
AuH	۱/۵۲۳۷	۷۴/۳ ± ۳/۰
ScO	۱/۶۶۸	۱۶۱/۰
YO	۱/۷۹۰	۱۶۸/۵
LaO	۱/۸۲۵	۱۹۲/۵
TiO	۱/۶۲۰	۱۶۷/۳۸ ± ۲/۳۰
ZrO	۱/۷۱۱	۱۸۱ ± ۵
HfO	۱/۷۲۴	۱۸۲/۶ ± ۶
VO	۱/۵۸۹	۱۴۷/۵ ± ۲/۵
NbO	۱/۶۹۱	۱۸۰/۰ ± ۲/۵
TaO	۱/۶۸۷	۱۹۷ ± ۱۲
CuO	—	۶۲/۷ ± ۳
ScF	۱/۷۸۸	—
YF	۱/۹۲۵	—
LaF	۲/۰۲۶	—
CuF	۱/۷۴۹	۸۸ ± ۱۰
CuCl	۲/۰۵۰	۸۸ ± ۶
CuBr	—	۷۹ ± ۶
CuI	۲/۳۲۷	< ۷۵

مولکول	طول پیوند (Å)	انرژی تفکیک پیوند (kcal mol <sup>-1</sup> )
Au <sub>r</sub>	۲/۴۷۲	۵۳/۹ ± ۲/۲
B <sub>r</sub>	۱/۵۸۹	۶۵/۵ ± ۵
Bi <sub>r</sub>	—	۴۶/۶ ± ۱/۵
Br <sub>r</sub>	۲/۲۸۰۹	۴۵/۴۴۰ ± ۰/۰۰۳
C <sub>r</sub>	۱/۲۴۲۵	۱۴۴
Cl <sub>r</sub>	۱/۹۸۸	۵۷/۱۸ ± ۰/۰۰۶
Cl <sub>r</sub> <sup>+</sup>	۱/۸۹۱۷	۹۹/۲
Cs <sub>r</sub>	—	۱۰/۴
Cu <sub>r</sub>	۲/۲۱۹۵	۴۷/۳ ± ۲/۲
F <sub>r</sub>	۱/۴۱۷	۳۷
Ge <sub>r</sub>	—	۶۵
H <sub>r</sub>	۰/۷۴۱۱۶	۱۰۳/۲۴
H <sub>r</sub> <sup>+</sup>	۱/۰۶	۶۱/۰۶
He <sub>r</sub> <sup>+</sup>	۱/۰۸۰	۵۵
I <sub>r</sub>	۲/۶۶۶۶	۳۵/۵۵
K <sub>r</sub>	۳/۹۲۳	۱۱/۸
Li <sub>r</sub>	۲/۶۷۲	۲۶/۳
N <sub>r</sub>	۱/۰۹۷۶	۲۲۵/۰۷
N <sub>r</sub> <sup>+</sup>	۱/۱۱۶	۲۰۱/۲۸
Na <sub>r</sub>	۳/۰۷۸	۱۷/۳
O <sub>r</sub>	۱/۲۰۷۴۱	۱۱۷/۹۶
O <sub>r</sub> <sup>+</sup>	۱/۱۲۲۷	—
O <sub>r</sub> <sup>-</sup>	۱/۲۶	۹۳/۹
O <sub>r</sub> <sup>2-</sup>	۱/۴۹	—
P <sub>r</sub>	۱/۸۹۳۷	۱۱۴
Pb <sub>r</sub>	—	۲۳
Rb <sub>r</sub>	—	۱۱/۳
S <sub>r</sub>	۱/۸۸۹	۱۰۰/۶۹
Sb <sub>r</sub>	۲/۲۱	۷۱/۳



مولکول	طول پیوند (Å)	انرژی تفکیک پیوند (kcal mol <sup>-1</sup> )
CP	۱/۵۵۸۳	۱۲۲/۱±۵
CS	۱/۵۳۴۹	۱۷۳/۶±۳/۵
CSe	۱/۶۶	۱۳۸±۵
CaO	۱/۸۲۲	۹۱/۳۲±۱/۴
ClF	۱/۶۲۸۱	۶۰/۳
CsBr	۳/۰۷۲	۹۱/۵
CsCl	۲/۹۰۶۲	۱۰۱/۷
CsF	۲/۳۴۵	۱۲۲
CsH	۲/۴۹۴	۴۲
CsI	۳/۳۱۵	۷۵/۴
GeO	۱/۶۵۰	۱۵۷
HBr	۱/۴۱۴۵	۸۶/۵
HBr <sup>+</sup>	۱/۴۵۹	—
HCl	۱/۲۷۴۴	۱۰۲/۲
HCl <sup>+</sup>	۱/۳۱۵۳	۱۰۸/۳
HF	۰/۹۱۶۸۰	۱۳۵/۱
HI	۱/۶۰۹۰	۷۰/۵
HS	۱/۳۵۰۳	۸۱/۴
IBr	۲/۴۸۵	۴۱/۹۰
ICl	۲/۳۲۰۷۰	۴۹/۶۳
IF	۱/۹۰۸	۴۵/۷
KBr	۲/۸۲۰۷	۹۱/۴
KCl	۲/۶۶۶۶	۱۰۰/۸
KF	۲/۱۷۱۵	۱۱۸/۹
KH	۲/۲۴۴	۴۳
KI	۳/۰۴۷۸	۷۷/۲
LiBr	۲/۱۷۰۴	۱۰۱
LiCl	۲/۰۱۸	۱۱۳/۲۵
LiF	۱/۵۶۳۹	۱۳۵/۸

مولکول	طول پیوند (Å)	انرژی تفکیک پیوند (kcal mol <sup>-1</sup> )
AgF	—	—
AgCl	۲/۲۸۰۸	۷۸
AgBr	۲/۳۹۲۲	۷۳
AgI	۲/۵۴۴	۶۰
AuCl	—	—

خواص پیوند تعدادی از یونها و مولکولهای دو اتمی ناجور هسته

مولکول	طول پیوند (Å)	انرژی تفکیک پیوند (kcal mol <sup>-1</sup> )
AsN	۱/۶۲۰	۱۱۵
AsO	۱/۶۲۳	۱۱۳
BF	۱/۲۶۲	۱۳۱
BH	۱/۲۳۲۵	۷۰
BN	۱/۲۸۱	۹۲
BO	۱/۲۰۴۳	۱۹۱/۲±۲/۳
BaO	۱/۹۴۰	۱۳۰/۴±۶
BeF	۱/۳۶۱۴	۱۳۵/۹±۲/۳
BeH	۱/۲۹۷	۵۳
BeO	۱/۳۳۰۸	۱۰۶/۱±۲/۳
BrCl	۲/۱۳۸	۵۲/۱
BrF	۱/۷۵۵۵	۵۵
CF	۱/۲۷۱۸	۱۳۱
CH	۱/۱۲۰۲	۸۰
CN	۱/۱۷۱۹	۱۸۸
CN <sup>+</sup>	۱/۱۷۲۷	—
CN <sup>-</sup>	۱/۱۴	—
CO	۱/۱۲۸۳	۲۵۵/۸
CO <sup>+</sup>	۱/۱۱۵۲	۱۹۲/۴

مولکول	طول پیوند (Å)	انرژی تفکیک پیوند (kcal mol <sup>-1</sup> )
RbH	۲/۳۶۷	۳۹
RbI	۳/۱۷۶۹	۷۷/۷
SO	۱/۴۸۱۰	۱۲۳/۶۶
SbO	۱/۸۴۸	۷۴
SiF	۱/۶۰۰۸	۱۲۹/۵
SiH	۱/۵۲۰۱	۷۴
SiN	۱/۵۷۵	۱۰۴
SiO	۱/۵۰۹۷	۱۸۲/۸
SiS	۱/۹۲۹	۱۴۸
SnH	۱/۷۸۵	۷۴
SnO	۱/۸۳۸	۱۲۶/۵
SnS	۲/۲۰۹	۱۱۰/۳
SrO	۱/۹۱۹۹	۹۹/۲

به این نکته اشاره می‌شود که جمع دو جمله اول در رابطه (۱) که تشکیل یونهای Na<sup>+</sup> و Cl<sup>-</sup> بالابه‌های بسته را توصیف می‌کنند به اندازه ۳۵/۳ kcal/mol + است، یعنی پایداری NaCl(g) مربوط به تشکیل یونهایی که آرایش الکترونی گاز نجیب دارند نیست، بلکه این پایداری مربوط به نیروی جاذبه کولنی یونهای دارای بارهای مخالف است.

#### منابع

- ۱- Parr, R. G., Mc Graw Hill Encyclopedia of Chemistry, Mc Graw - Hill, New York, 1983, p. 134.
- ۲- Kutzelnigg, W., Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 1984, 23, 272.
- ۳- Barbe, j. J. Chem. Educ. 1933, 60, 640.

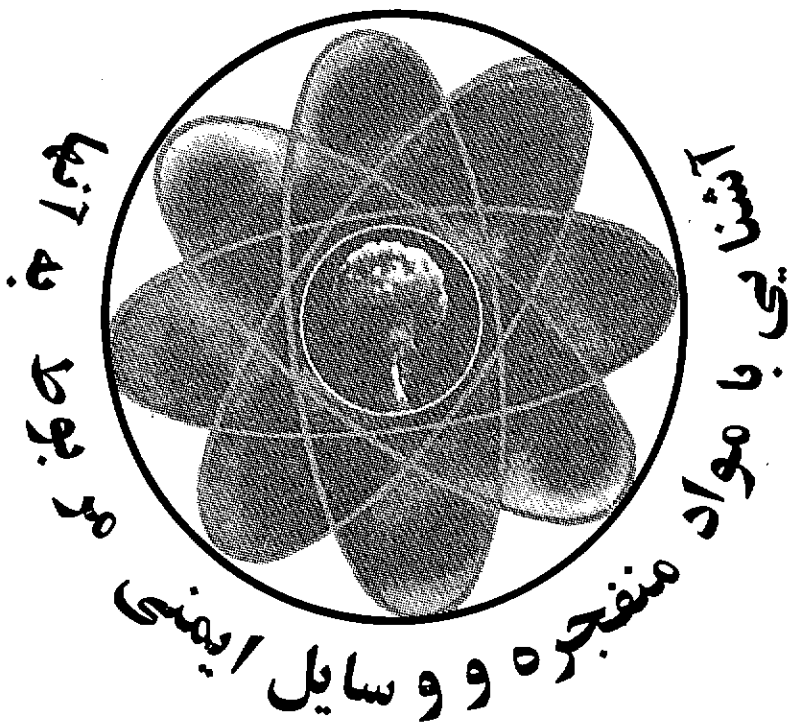
مولکول	طول پیوند (Å)	انرژی تفکیک پیوند (kcal mol <sup>-1</sup> )
LiH	۱/۵۹۵۳	۵۶
LiL	۲/۳۹۱۹	۸۱
MgO	۱/۷۴۹	۸۱
NH	۱/۰۴۵	۸۵
NH <sup>+</sup>	۱/۰۸۱	—
NO	۰/۱۵۰۸	۱۶۲
NO <sup>+</sup>	۱/۰۶۱۹	—
NP	۱/۴۹۱۰	—
NS	۱/۴۹۵	۱۱۵
NS <sup>+</sup>	۱/۲۵	—
NaBr	۲/۵۰۲	۸۸
NaCl	۲/۳۶۰۶	۹۸/۵
NaF	۱/۹۲۶۰	۱۱۳/۹
NaH	۱/۸۸۷۳	۴۷
NaI	۲/۷۱۱۵	۶۹
NaK	—	۱۴/۳
NaRb	—	۱۳/۸
OH	۰/۹۷۰۶	۱۰۱/۵
OH <sup>+</sup>	۱/۰۲۸۹	۱۰۱/۰
PH	۱/۴۳۲۸	—
PN	۱/۴۸۶۹	۱۷۴/۶
PO	۱/۴۷۳	۱۲۴
RbBr	۲/۹۴۴۸	۹۰/۹
RbCl	۲/۷۸۶۸	۱۰۲/۸
RbF	۲/۲۷۰۴	۱۱۹/۵

نظامی موارد استفاده فراوانی دارند. مواد منفجره در قطع کردن درختان نواحی جنگلی، کندن کانالها، ساختن سدها، منفجر کردن صخره‌ها، پروژه‌های ساختمانی، حفاری به منظور استخراج نفت، استخراج سنگ معدن و فعالیت‌هایی در اعماق دریاها، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

انواع مختلف مواد منفجره برای منظوره‌های گوناگون به کار برده می‌شوند. مواد منفجره اولیه به منظور ایجاد انفجار در مواد منفجره ثانوی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مواد منفجره خفیف در امر ساختن بعضی از مهمات جنگی، چاشنی‌های

انفجاری و آتش‌بازی به کار برده می‌شوند. مواد منفجره قوی در خرج اصلی سیستم‌های سلاح‌های مختلف کاربرد دارند. مواد منفجره عبارتند از ترکیبات سنتزی یا مخلوطهایی از ترکیبات که با فرمول‌بندی معینی تهیه شده باشند. بعضی از سیستم‌های مواد منفجره خطرناک که به وسیله افراد متخصص تهیه می‌شوند و یا می‌توانند بر حسب تصادف توسط افراد غیرمتخصص به وجود آیند، عبارتند از: مخلوط گاز متان با هوا که در اثر دفن شدن خاشاک و

خاک و به‌ها که بعداً در معرض هوا قرار می‌گیرند، تولید می‌شود؛ گازهای تولید شده از گیاهانی که در مجاورت مناطق مسکونی در گندابها رشد می‌کنند؛ وسایلی که به وسیله ارتش در مناطق نظامی برای حمل و نقل و نگهداری مواد منفجره مورد استفاده قرار می‌گیرند و سپس بگونه‌ای روباز به حال خود رها می‌شوند و این مناطق آلوده به مواد منفجره مورد استفاده عموم قرار می‌گیرند؛ ذراتی که از انبارهای غلات و کودهای زرعی و نگهداری غیر صحیح کلاهک‌های انفجاری و یا آنچه از این کلاهکها مفقود شده است ناشی می‌شوند



ترجمه و تلخیص از:

سید جلال امیر آفتابی معلم دبیرستان کمال

به قلم: بتی. و. هاریس

این کتاب برای شیمی سال دوم و ...  
 ...  
 ...

واکنش، تولید گازهای مختلف، مقدار بسیار زیادی حرارت و نور همراه می‌باشند) چنین سیستم‌هایی قادرند کار بسیاری را در مدتی کوتاه انجام دهند. به این دلیل است که مواد منفجره در تجارت داخلی و مقاصد

(مواد منفجره به صورت سیستم‌های فیزیکی و شیمیایی عمل می‌کنند که توان واکنش‌های گرمایی فوق‌العاده‌ای را، با سرعت بسیار زیاد دارا می‌باشند. این واکنش‌ها معمولاً با فشارهای زیاد در محل

و از دینامیتها و آثاری از آنها که پس از اجرای پروژه‌های ساختمانی برجای می‌مانند. با توجه به موارد فوق و خطرات ناشی از آنها، ضرورت دارد که احتیاط لازم و حفاظت و مهارتهای کافی به منظور جلوگیری از خطرات و زیانهای آن به کار برده شود.

### رده بندی مواد منفجره

مواد منفجره را می‌توان به روشهای مختلف رده بندی کرد. روشی که در اینجا به کار رفته بر اساس سهولت واکنش مواد منفجره است.

### مواد منفجره اولیه

این نوع مواد منفجره، معمولاً نسبت به نور، حرارت، ضربه، جرقه و الکتریسیته ساکن حساس و بی ثباتند و می‌توان آنها را در مواقع لزوم با استفاده از عوامل خارجی منفجر کرد. نمونه‌هایی از اینگونه مواد منفجره عبارتند از: فولمینات جیوه  $Hg(CNO)_2$ ، آزید سرب  $Pb(N_3)_2$ ، آزید سیانید  $[C_2N_4(N_3)_2]$ ، استیفات سرب  $[C_6H(NO_2)_4O_4Pb \cdot P_2O_5]$  و استیلید نقره  $[Ag_2C_2]$ . این نوع مواد منفجره معمولاً به صورت قرص یا کپسولهای منفجر کننده یعنی چاشنی، همانند کلاهکهای انفجاری در سیستمهای دیگر، به کار برده شده، با ایجاد انفجار شدید، واکنش می‌دهند. بنابراین ممکن است برای منفجر کردن، آر. دی. ایکس R. D. X یا پی. ای. تی. ان (P. E. T. N)، هگزا هیدرو ۱-۳-۵، تری نیترو ۱-۳-۵، تری نیترو مورد استفاده قرار گیرند. لازم است که در تمام طول مدت آماده ساختن و به کار بردن این نوع مواد منفجره روش‌های استاندارد ایمنی مناسب، اعمال شود.

### مواد منفجره ضعیف (کم قدرت)

این نوع مواد منفجره، جزو دسته‌ای از ترکیبهای شیمیایی و یا مخلوطی از آنها هستند که اگر برای مدتی روباز (یعنی خارج از ظرفهای مخصوص) نگهداری شوند، از درون، به خودی خود آتش می‌گیرند و به آرامی می‌سوزند و چنانچه در ظروف مخصوص قرار گیرند که روباز نباشند، ممکن است همراه با انفجار شدید واکنش دهند. بنابراین، اینگونه مواد منفجره غالباً برای ایجاد نیروی محرکه در انفجارهایی که لازم است تحت کنترل باشند، اهمیت زیادی دارند و در عملیات انفجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از نمونه‌های این مواد باروت سیاه می‌باشد. باروت سیاه ترکیبی از زغال چوب، گوگرد، نیترات پتاسیم یا نیترات سدیم است. باروت سیاه، نسبت به شعله، جرقه و اصطکاک حساس است. چنانچه باروت در ظروف در بسته در دمای پایین نگهداری شود، عمل انفجار صورت نمی‌گیرد. ولی در برخورد با جرقه به آسانی و خیلی سریع مشتعل می‌شود. اشتعال باروت ممکن است موجب انفجار مواد منفجره دیگر و آسیب رسانیدن به اشیاء و افراد شود، هرگاه باروت مشتعل شود، برای خاموش کردن آن نباید کوششی به عمل آورد. برای از بین بردن حساسیت باروت، باید آن را به داخل آب انداخت. حتی بشکه‌های خالی باروت را، قبل از دور انداختن بایستی شست. سوانح بسیاری گزارش شده است که در اثر بشکه‌های خالی باروت که آلوده به باروت بوده است، به وقوع پیوسته است.

### مواد منفجره قوی (یا مواد منفجره ثانوی)

مواد منفجره قوی عبارتند از ترکیبات شیمیایی یا مواد مرکب شیمیایی که بسیار باثبات تر از مواد منفجره اولیه می‌باشند. این نوع مواد منفجره منحصرأ به منظور خرجهای اصلی به کار برده می‌شوند. برخی از آنها نسبت به ضربه ملایم، اصطکاک، شعله و یا حرارت، غیر حساسند، اینگونه مواد منفجره معمولاً به وسیله کلاهکهای انفجاری و سایر وسایل انفجاری، منفجر می‌شوند. وقتی که با کلاهک انفجاری منفجر می‌شوند، ضربه شدید موج انفجار، نقطه‌های داغی را در درون آن به وجود می‌آورد در نتیجه، ماده منفجره جامد خیلی سریع به فراورده‌های گازی تبدیل می‌شود. این تبدیل ماده منفجره جامد به گازهای مختلف، منجر به آزاد شدن گرما و نور شدید می‌شود. صدایی که به هنگام انفجار به گوش می‌رسد عبارت از ضربه موجی است که به علت انبساط بسیار سریع گازهای داغ، که سرعت آنها در هوا با سرعت صوت برابر است، تولید می‌شود. فرآیند انرژی زایی، تقریباً آبی است. چون پایداری مواد منفجره قوی بسیار است، بنابراین معمولاً می‌توان آنها را با سهولت بیشتری به کار برد.

بعضی از مواد منفجره قوی عبارتند از: نیترو گلیسرین  $[CH_2(NO_2)CH(NO_2)CH_2NO_2]$  تری نیترو تولوئن TNT تی ان تی، هگزا نیدرو ۱، ۳، ۵-تری نیترو ۱، ۳، ۵-تری آزین، آر. دی. ایکس (R. D. X) ۱، ۲، ۴-تری آمینو ۲، ۴-تری نیترو بنزن «TATB»، پنتا اریترینول «PFTN» پی اف تی ان و

## روشهای اجرای عمل انفجار

دو روش برای عمل انفجار مواد منفجره، معمول و متداول است. این دو روش عبارتند از:

۱- استفاده از آتش زنه‌ها.

۲- استفاده از چاشنیها.

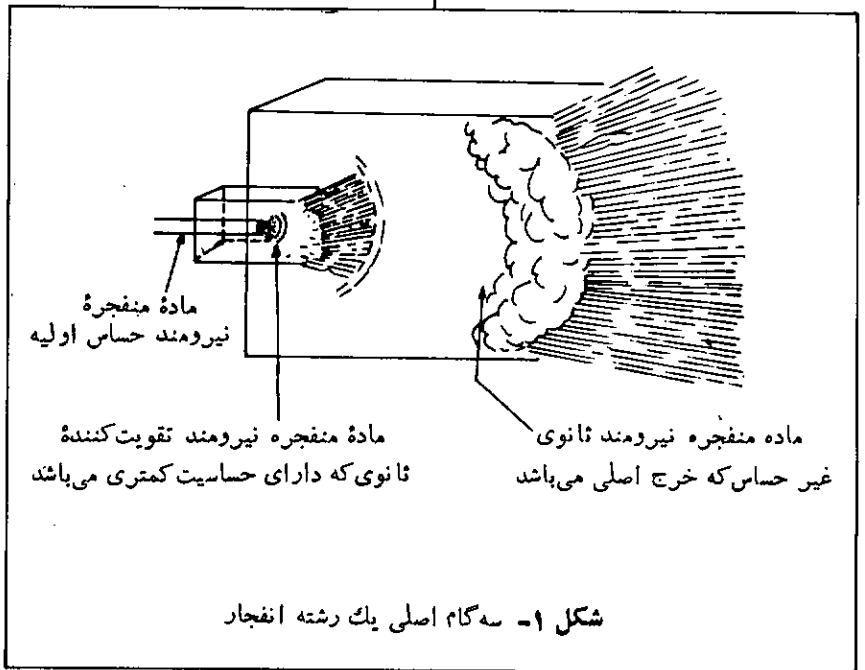
آتش زنه‌ها، شعله را به ماده منفجره می‌رسانند و موجبات تجزیه و انفجار ماده منفجره را فراهم می‌سازند. آتش زنه‌ها عبارتند از: فششها (فششهای ساده الکتریکی)، فیله‌های انفجاری و آتش زنه‌های تأخیری. فششها، لوله‌هایی هستند از کاغذ یا نی با قطر کم، که پر از پودر ماده‌ای است که به سرعت مشتعل می‌شود. این فششها دارای مواد گوگردی می‌باشند که نسبتاً کند می‌سوزند و به یک سر فششها وصل می‌باشند. گرچه این فششها بدون خطر نیستند، با این وجود، هنوز در بعضی از معادن زغال‌سنگ و در عملیات استخراج آن، مورد استفاده قرار می‌گیرند. فیله‌های انفجاری، معمولاً از ذرات ریز باروت تشکیل شده‌اند که به صورت رشته‌ای زیر پیچیده شده است و به شکل جسم طناب مانندی درآمده است. آتش‌زنه‌های تأخیری، ترکیبی از آتش‌زنه‌ها و فیله‌های انفجاری می‌باشند. آتش‌زنه‌های تأخیری، استاندارد می‌باشند و تا اندازه‌ای در امر استخراج فلزات و عملیات حفاری توئله‌ها، بدون خطر می‌باشند. اکثر وسایل انفجاری، حتی کلاهکهای انفجاری الکتریکی در امر عملیات استخراج زغال‌سنگ، خطرناک می‌باشند. خطرناک بودن آنها به دلیل وجود اشتعال موجود در معادن زغال‌سنگ، می‌باشد.

کلاهکهای انفجاری پوشش‌هایی هستند شبیه پوکه فشنگ و فنجان چای خوری که از فلز مس و یا آلیاژ آلومینیم ساخته

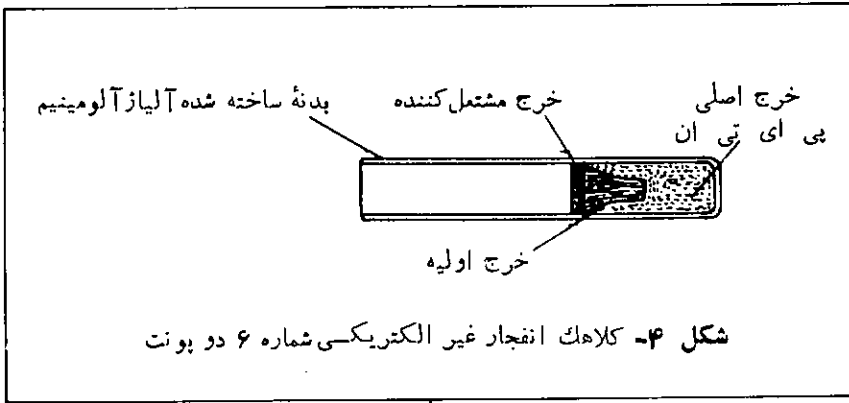
ناخالصی‌های درون ماده منفجره را نیز می‌توان جزء مواد حساس کننده دانست. ممکن است حساس‌کننده‌های مایع را، معمولاً همراه با مواد جذب‌کننده کربن، به ماده منفجره اضافه کرد تا از تراوش جلوگیری شود و موازنه لازم اکسیژن بدست آید. دی‌نیترات گلیکول اتیلن یک نمونه حساس‌کننده مایع مناسب می‌باشد در میان حساس‌کننده‌های جامد، ترکیبات نیتروارگانیک از قبیل: نیترو تولوئن، تری‌نیترات سلولز و نیتروفتالین وجود دارند. به حساس‌کننده‌های جامد، آلومینیم و گوگرد نیز افزوده می‌شود. ضربه و حرارت می‌توانند سبب انفجار مخلوط‌های دینامیت شوند. بعضی از انواع دینامیتها، گازهای سمی از خود خارج می‌کنند.

شکل ۱ بیانگر سه مرحله اصلی در یک رشته انفجار می‌باشد. این شکل، همچنین نشان دهنده نسبت بین مواد منفجره اولیه و ثانویه است. کلاهکهای انفجاری نیز که وسیله متداول برای انفجار مسی باشند، این نسبت را در ساختارشان دارا می‌باشند.

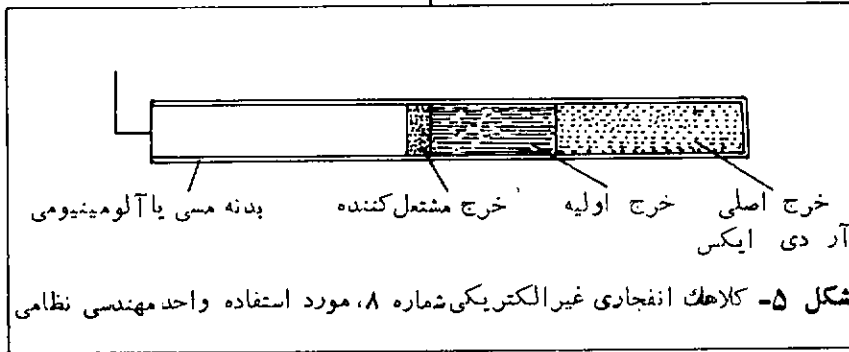
دینامیت که جزء اصلی این ماده منفجره نیترات آمونیم و یا نیترو گلیسرین است. دینامیت ماده منفجره‌ای قوی است که به احتمال قوی ممکن است افراد غیر متخصص با آن برخورد کنند. ترکیب دینامیت با توجه به موارد استفاده آن گوناگون است. جزء عمده قابل انفجار آن نیترات آمونیم یا نیترو گلیسرین می‌باشد. در هر حال، مواد حساس‌کننده قابل انفجار و یا غیر قابل انفجار غالباً، به آن افزوده می‌شوند تا موجبات انفجار را فراهم نمایند. مواد حساس‌کننده، موادی هستند که ویژگیهای انتشار امواج انفجار را افزایش می‌دهند و در نتیجه قطر بحرانی ماده منفجره را کاهش می‌دهند. قطر بحرانی عبارت است از حداقل قطر ماده منفجره قوی لوله‌ای شکل که به منظور ایجاد یکنواختی و نظم دقیق انفجار، مورد لزوم است. منظور از قطر بحرانی، قرار دادن ماده منفجره در درون ظرف و بستن در آن، درجه غلظت خرج انفجار، مقدار ذرات موجود در جسم، و حرارت اولیه خرج انفجار اولیه است.



می شوند. يك سر این كلاهکها بسته است و درون آنها حاوی دو یا سه لایه خرج ماده منفجره است. مشعل کننده که ماده منفجره بسیار حساسی است، در مجاورت انتهای باز پوشش پوکه قرار دارد. در صورتی که خرج اصلی آن، ماده منفجره ای است دارای حساسیت کم و در انتهای سر بسته آن قرار دارد. خرج میانی یا خرج اولیه در مرکز پوشش قرار دارد. شکلهای شماره ۲ تا ۵ كلاهکهای الکتریکی و غیر الکتریکی را نشان می دهند، كلاهکهای انفجاری الکتریکی به وسیله تبخیر آبی سیمهای اتصالی پل مانند منفجر می شوند. ولسی كلاهکهای انفجاری غیر الکتریکی، برای انفجار نیاز به يك فنیله باروتی دارند.



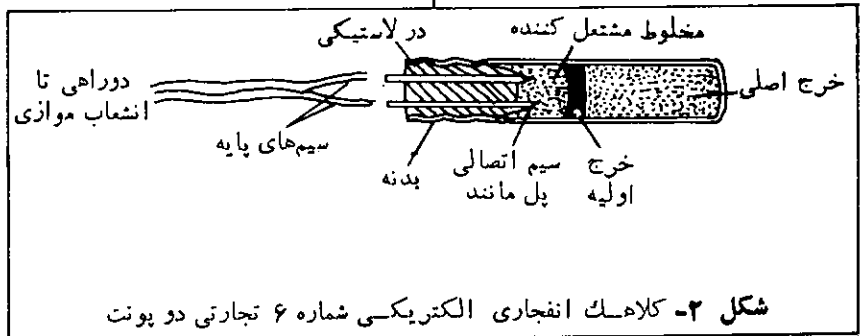
شکل ۴- كلاهك انفجار غیر الکتریکی شماره ۶ دو پونت



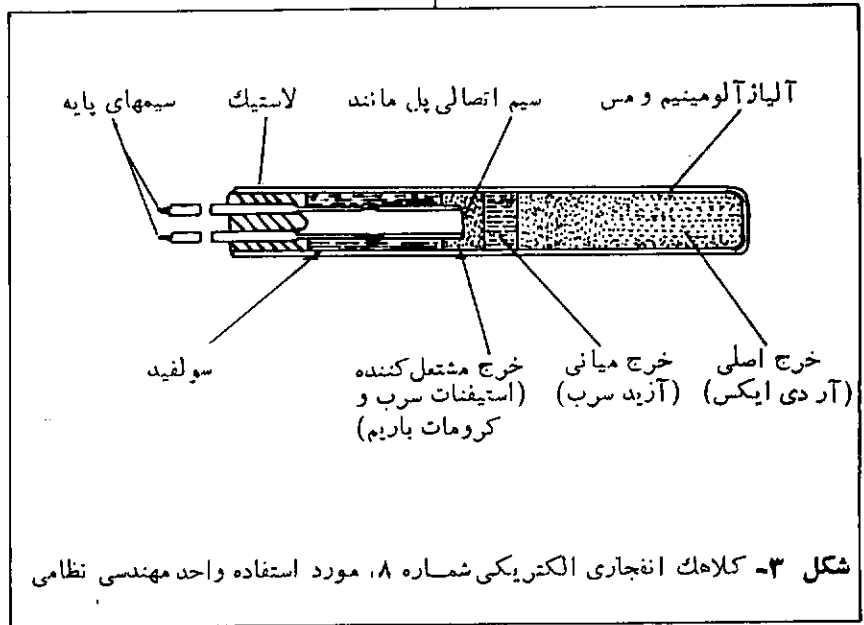
شکل ۵- كلاهك انفجاری غیر الکتریکی شماره ۸، مورد استفاده واحد مهندسی نظامی

کلاهکهای انفجاری تا اندازه های کوچک می باشند و امکان مفقود شدن آنها بسیار است. پرسنل شرکت های ساختمانی و پرسنل نظامی گاهی این کلاهکها را در مناطقی که کودکان در آن رفت و آمد دارند، گم می کنند. وقتی کودکان آنها را پیدا کردند با آنها بازی می کنند و آنها را با خود به منزل می برند. شکل این کلاهکها، مانند پوکه های خالی براق تفنگ یا اسلحه کمری است. در هر حال، این کلاهکها بسیار خطرناکند و اگر بگونه ای منفجر شوند، برای افراد زیانبار و حتی ممکن است منجر به مرگ شوند.

بنابراین لازم است که افراد غیر متخصص را در امر تشخیص آنها و آگاهی از خطراتی که بیار می آورند، ترغیب و تشویق کرده، تا اگر فردی این کلاهکهای انفجاری را در منطقه مسکونی یا محل رفت و آمد اطفال پیدا کرد، فوراً وجود آنها را به آگاهی پلیس محلی یا سایر مقامات صلاحیت دار برساند. همه مردم باید



شکل ۲- كلاهك انفجاری الکتریکی شماره ۶ تجارتي دو پونت



شکل ۳- كلاهك انفجاری الکتریکی شماره ۸، مورد استفاده واحد مهندسی نظامی

بدانند که هیچگاه ماده انفجاری را نباید بدون حضور متخصص معدوم کنند و یا برای انهدام آن اقدامی نمایند، زیرا این کار بسیار خطرناک است.

### سیستم‌های منفجر شونده خانگی یا مناطق مسکونی

یکی از سیستم‌های منفجر شونده خیلی معمول مناطق مسکونی یا خانگی، انباشته شدن مقداری زیاد از مخلوط گازها با هوا می‌باشد. چنین سیستمی با شدتی برابر با شدت انفجار، مشتعل می‌شود. جرقه‌هایی که در اثر به کار بردن کلید برق یا تلفن و یا وجود الکتریسیته ساکن به وجود می‌آیند، مخلوط گاز و هوا را به آسانی مشتعل می‌کنند. گازهایی که معمولاً در ساختمانها یافت می‌شوند عبارتند از: گاز طبیعی متان، گاز پروپان، تراوش گازهای بوتان، گاز دیجستر و گاز لندفیل که در اثر مدفون

ساختن زباله در زیر زمین و سپس در معرض هوا قرار گرفتن آنها حاصل می‌شوند و مخلوط گازهای هیدروژن - اکسیژن در جوار وسایل زندگی، ذرات بسیار ریز گرد و غبار برخاسته از حبوبات انبار شده در سیلوها، که به تدریج در هوا پراکنده می‌شوند و فضای سیلوها را پر می‌کنند و به صورت سوخت مناسبی در می‌آیند که می‌توانند به آسانی واکنش دهند. یک جرقه کافی است که آنها را مشتعل کرده به انفجار شدیدی منجر شود، نیترات آمونیم که یک نوع کود زراعی است، هنگام نگهداری در انبارها و یا گاراژهای منازل، گاهی با روغن‌هایی، نظیر روغن دستگاہ چمن‌زنی یا سایر ماشین‌آلات کشاورزی و باغبانی که در جوار آن قرار می‌گیرند، آغشته می‌شود. این نیترات آمونیم که در پاکت‌های کاغذی

بسته‌بندی شده است، وقتی به روغن آغشته شد، مخلوط قابل اشتعالی را به وجود می‌آورد که می‌تواند با روشن بودن یک سیگار، یازدن یک کبریت یا حتی جرقه‌ای که در اثر برخورد وسایل ایجاد می‌شود مشتعل شود. مواد سوختی و محلول‌های پاک‌کننده نیز، از قبیل بنزین، نفت چراغ، تینر رنگت، مایعات مصرفی لباس‌شوییها و مواد چسبنده، می‌توانند حتی در درجه حرارت معمولی اتاق، به صورت بخار در آیند و فضای آن را پر کنند، این بخار تولید شده در مدت کوتاهی می‌تواند مسافت غیر قابل تصویری را طی کند. از اختلاط آن با هوا، مخلوط قابل انفجاری به وجود می‌آید. این مخلوط قابل انفجار در اثر سیگار روشن، شمع روشن، جرقه، شعله پیلوت بخاری یا آب گرم کن و یا هر منبع اشتعال دیگر، بلافاصله مشتعل می‌شود. پس از اشتعال، سیستم با شدت تمام منفجر

می‌شود. این انفجارگاهی می‌تواند خانه‌ای را منهدم و افرادی را که در مجاورت آن هستند مقتول و یا معلول نماید. برای مثال، چنانچه یک پوند (تقریباً ۴۵۳ گرم) بنزین در ظرف دربسته‌ای با حجم معینی از هوا مخلوط شود می‌تواند تقریباً معادل ده برابر انرژی آزاد شده بسویابه یک پوند تی ان تی را آزاد کند. یک گالن بنزین می‌تواند حدود ۶۲ برابر انرژی که بوسیله نیم کیلو دینامیت آزاد می‌شود، آزاد کند. مواد شیمیایی مذکور را نبایستی در منازل نگهداری کرد و همچنین نبایستی بجز مصرفی که برای آن در نظر گرفته شده است به مصرف دیگری رسانند. بنزین را نباید برای پاک کردن لباسهای چرکین، کف ساختمان، دیوارها و غیره، مورد استفاده قرار داد. برای استفاده از

محلول‌های تمیزکننده قابل اشتعال که به منظور استفاده در منازل، تهیه می‌شود، قبل از مصرف باید دستورات و راهنمایی همراه آن و برچسب ظرف مربوطه را با دقت مطالعه کرد. همه محلول‌های تمیزکننده قابل اشتعال را باید در محلهایی که کاملاً تهویه شده باشد نگهداری کرد. ظروف پر از هوای فشرده ناخالص که ذرات اجسام و گازهای مختلف در آن وجود دارد، دارای محرکه‌ای است که به آسانی تبدیل به بخار می‌شود. وقتی که در معرض گرما قرار گیرد، فشار درون ظرف آنقدر زیاد می‌شود که ظرف منفجر می‌شود. این هوای ناخالص فشرده درون ظرف، با اندازه فرآورده‌های پاک‌کننده قابل اشتعال و مواد سوختی انرژی‌زا نیستند، ولی قطعاتی از فلز ظرف که به اطراف پرتاب می‌شوند ممکن است مرگبار باشند.

مواد شیمیایی خشک که بوسیله افراد غیر متخصص مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز با لقره مواد قابل انفجارند. هیپوکلریت کلسیم که یک جسم جامد است و برای ضد عفونی کردن استخرهای شنا بکار می‌رود، یک نمونه آن است، این جسم مرکب هنگامی که رطوبت به آن برسد، گاز کلر آزاد می‌کند که گازی سمی است و اگر بامواد نظیر تر بائین، گاز آمونیاک، رنگت، نفت چراغ، لاستیک و الکلها برخورد کند، سبب آتش‌سوزی و انفجار می‌شود. بطور کلی فقط مقدار کمی هیپوکلریت کلسیم را بایستی بسا مقدار زیادی آب مخلوط کرد و عکس این عمل نباید انجام شود. برای انتقال و نگهداری مواد شیمیایی بایستی از ظرف خشک و تمیز مناسب استفاده شود و از رسیدن رطوبت به آن جلوگیری کرد. فشار درون یک

ظرف در بسته می‌تواند از حد قابل قبول تجاوز کند و سبب انفجار شود مثلاً سوپاپ ایمنی آبگرمکن اگر خوب کار نکند در سیستم، انفجار تولید می‌کند. دیده شده است که انفجار آبگرمکن با آب داغ، در ساختمان دو طبقه به هر دو طبقه سرایت کرده است و خرابی به بار آورده است. لازم است که هم ترموستات و هم سوپاپهای ایمنی را در فواصل معین زمانی مورد بازدید قرار داد.

مواد منفجره از نظر ترمودینامیک، سیستمهای بی ثبات به حساب می‌آیند. سهولت واکنش آنها به وسیله محرکهای خارجی، میزان حساسیت آنها را نسبت به آن محرکها، نشان می‌دهد. حرارت، اصطکاک، ضربه، شعله و نور تعداد کمی از محرکهای خارجی شناخته شده می‌باشند که موجب انفجار مواد منفجره می‌شوند.

### حساسیت مواد منفجره نسبت به حرارت

یکی از اولین آزمایش‌هایی که به منظور ایمنی سیستمها انجام شده است، سوزاندن مقدار یک میلی‌گرم از هر یک از مواد منفجره بوسیله شعله آتش، می‌باشد. تعداد زیادی از مواد منفجره قبل از رسیدن به درجه حرارت انفجار، ذوب شده و بعضی نیز قبل از ذوب شدن منفجر می‌شوند. یکی از نمونه‌های آن منفجر شدن ترکیبات جیوه است. در عمل سوختن، اکسیژن از هوا به ماده منفجره نمی‌رسد، بلکه اکسیژن در درون ترکیب وجود دارد. معمولاً انواع مختلف مواد منفجره را بر حسب پایداری آنها، رده‌بندی می‌کنند. مواد منفجره اولیه، ماده منفجره قوی حساس ثانویه و ماده منفجره غیر حساس قوی ثانویه (برای مثال، آزید سرب، آر. دی. ایکس RDX و تی آ تی بی

T A T B. اطلاعات دقیقتر را می‌توان با استفاده از دماسنج مخصوص که اختلاف درجه حرارت را بسیار دقیق نشان می‌دهد به دست آورد. این اطلاعات برای طرح و برنامه ریزی دقیق، به منظور نگهداری مواد منفجره در مدتی طولانی، بسیار مفید است.

### حساسیت نسبت به ضربه

آگاهی لازم از نوع ثبات یک ماده منفجره را نسبت به فشار، می‌توان با وارد آوردن ضربه بایک چکش به چند میلی‌گرم از آن ماده که بر روی یک سطح فلزی قرار داده شده است به آسانی به دست آورد. دستگاههای بسیار دقیقی ساخته شده است که برای وارد آوردن ضربه به مواد منفجره مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این دستگاهها به ماده منفجره ضربه وارد می‌کنند و از این راه آگاهیهای موثقتی در مورد حساسیت آن در مقابل ضربه و تعیین مقدار انرژی ضربتی لازم را به منظور انفجار این ماده منفجره، کسب می‌کنند.

### حساسیت نسبت به اصطکاک

وسایلی طرح و ساخته شده است که پس از قرار دادن ماده منفجره بین دو سطح ناهموار و بوجود آوردن عمل اصطکاک، حساسیت آن را نسبت به فشار و حرارت، اندازه‌گیری می‌کند. گاهی برای آزمایش، از کاغذ سنباده به عنوان ساینده استفاده می‌شود. در این نوع آزمایش، اعمال فشار و یا قرار دادن وزنه بر روی آن ضروری است. ماده منفجره تی آ تی بی (T A T B) تحت شرایط این آزمایش، واکنش نشان نمی‌دهد. ولی ماده منفجره آر دی ایکس RDX نسبت به اصطکاک حساس است.

عقیده بر این است که اصطکاک سبب تمرکز موضعی حرارت شده و نقطه‌هایی داغ در درون ماده منفجره به وجود می‌آورد. این عمل موجب می‌شود که سرعت واکنش به خودی خود افزایش یابد و این افزایش به حدی می‌رسد که منجر به انفجار می‌شود.

### واکنشهای ماده منفجره

واکنشهای ماده منفجره عبارتند از: گرم‌مازایی سریع همراه با آزاد شدن مواد گازی، که می‌توان آنها را به شرح زیر رده‌بندی کرد:

۱- سوختن بسیار سریع همراه با نور شدید.

۲- انفجار.

۳- تولید صدای شدید در هنگام انفجار، این فرایندها را می‌توان با تغییر دادن ترکیب ماده منفجره و نحوه قرار دادن آن در درون ظرف، دگرگون ساخت. هر یک از این فرایندها به اختصار در زیر شرح داده می‌شود.

### سوختن خیلی سریع همراه با نور شدید

سوختن خیلی سریع همراه با نور شدید، عبارت است از احتراق ذرات ماده منفجره از درون و به خودی خود. این عمل معمولاً یک پدیده ظاهری است. وقتی که مواد منفجره خارج از ظرف در بسته باشد معمولاً واکنش آنها به آهستگی انجام می‌گیرد و عملاً صدایی هم تولید نمی‌کند. گازه‌ها، حرارت و نور حاصل از این واکنشها در آخرین مرحله تولید می‌شوند. سوختن باروت یک نمونه آن است.

### احتراقها

احتراقها واکنشهای بسیار سریعی



## نتیجه

در بسیاری از موارد مواد منفجره منبع خوبی است برای انجام کارهای مختلف یعنی در واقع مواد منفجره جانشین نیروی کار است. مواد منفجره برای کشاورزان به منظور در آوردن درختان از زمین‌های جنگلی، خرد کردن سنگهای بزرگ، حفر چاهها و غیره، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کارگاههای ساختمانی، مواد منفجره در جوشکاری فلزات به کار برده می‌شود. مواد منفجره در امور راهسازی و حفر کانالها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. مواد منفجره در صنعت، تجارت، جنبه‌های مختلف تولید، حمل و نقل کاربردهای بسیار زیادی دارد. کاربرد ماده منفجره جامد به عنوان قوه محرکه اولیه در پرتاب کردن راکتها به فضا، نمونه خوبی از کاربرد آن در صنایع فضایی است. در ارتش، از ماده منفجره برای منظوره‌های دفاعی استفاده می‌شود. برای افراد غیر متخصص به دست آوردن آگاهیهای مختصری در مورد مواد منفجره و ایمنی در برابر آن، بسیار سودمند است. زیرا ممکن است که این افراد برحسب اتفاق خود موجب تولید انفجار شوند و یا اینکه گاهی با مواد منفجره سروکار داشته باشند. در هر حال، هیچ فردی بدون کسب آگاهی لازم در مورد مواد منفجره، نیایستی سعی در استفاده از آنرا داشته باشد. تشخیص وضعیتی که با مواد منفجره در ارتباط باشد و دانستن اینکه در موقع لزوم چگونه باید با آن برخورد کرد، می‌تواند سبب نجات زندگی افراد شود.

انفجار را انجام می‌دهیم. پس از انفجار خواهیم دید که از جبهه چوبی مذکور، قطعات نسبتاً بزرگی بر جای مانده است. ولی اگر همین عمل را با استفاده از يك كلاهك انفجاری انجام دهیم، پس از عمل انفجار که بسیار شدیدتر خواهد بود، جبهه چوبی منفجر می‌شود و قطعات باقیمانده آن به اندازه ذرات خاکاره خواهد بود. اگر چه انرژی مربوط در هر دو حالت تقریباً هم اندازه‌اند ولی اثرات آن کاملاً متفاوت است. در انفجارهای شدید، انرژی در مدت زمان بسیار کوتاهی آزاد می‌شود که در نتیجه فشار بسیار شدیدتر خواهد بود. این فشار شدید می‌تواند تا حد زیادی منهدم کننده باشد.

## اقدامات ضروری به منظور

## جلوگیری از حوادث ناشی از

### انفجار

زمان لازم و طریقه اقدام ضروری و فوری به منظور جلوگیری از وقوع حوادث در برابر مواد قابل انفجار و یا در حالت انفجار، باید به گونه‌ای باشد که بتواند انسانها و وسایل را از خطرات ناشی از آن حفظ کند. بیشتر کارخانه‌ها، آزمایشگاههای دولتی و تأسیسات نظامی از روشهای استاندارد استفاده می‌کنند، این روشها به نحوی مفصل، چگونگی و ترتیب اقدامات لازم را به منظور جلوگیری از حوادث، مشخص می‌کند. مهمترین این اقدامات ضروری عبارتند از:

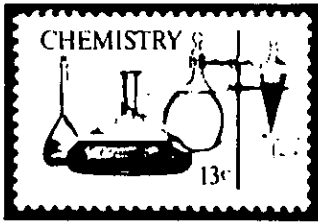
- ۱- در صورت امکان این افراد بایستی منطقه خطر را فوراً ترک کنند.
- ۲- بدون فوت وقت سازمان پلیس، اداره آتش نشانی و یا بخش مسئول اسلحه و مهمات نظامی منطقه را از احتمال وقوع انفجار آگاه کنند.

هستند که مشخصه آنها افزایش شدید فشار در محل واکنش است. گازهای تولید شده منبسط می‌شوند و حجم آنها به مراتب بیشتر از حجم ماده اصلی که قبل از ایجاد واکنش وجود داشته است، می‌شود. این گازهای منبسط شده می‌توانند اشیاء موجود در مجاورت خود را به شدت منهدم یا معیوب کنند. احتراقها با صدای شدید همراه می‌باشند. قرار دادن باروت در درون يك كلاهك انفجاری، این نوع سیستم قابل احتراق را به وجود می‌آورد.

## انفجارهای شدید

انفجارهای شدید عبارتند از: انفجارهایی که سرعت انتشار آنها در موارد خاصی از سرعت صوت بیشتر است، یعنی بیش از چند کیلومتر در ثانیه است. انفجارهای شدید تقریباً همیشه با ضربه موج در حرکت و با سرعت معینی همراه می‌باشند. گرچه انفجارهای شدید معمولاً به وسیله مواد منفجره قوی به وجود می‌آیند، ولی به وسیله بعضی از مواد منفجره‌ای که حساسیت کمتری دارند نیز این انفجارهای شدید تولید می‌شوند.

مثلاً مواد منفجره‌ای که به منظور بیرون راندن گلوله از سلاح مورد استفاده قرار می‌گیرند و همچنین نیترات آمونیم، انفجار شدید به وجود می‌آورند. البته این در صورتی است که عمل قرار دادن این نوع ماده منفجره بگونه‌ای صحیح، در درون ظرف در بسته انجام گیرد. تفاوت بین انفجارها را می‌توان از اثراتی که بر روی اجسام می‌گذراند، به خوبی شناخت. اگر بخواهیم انفجار در درون يك جبهه چوبی با ابعاد تقریبی سانتیمتر انجام گیرد، پس از قرار دادن ماده منفجره در درون چنین جبهه‌ای با استفاده از يك فیوز و يك ماسوره فلزی پر از باروت، عمل



## کار آزمایشگاهی



این مقاله به کتاب کیمی سال دوم و سوم نظری و روشی در کیمیا تشریحی و ریاضی و فیزیک مربوط است.

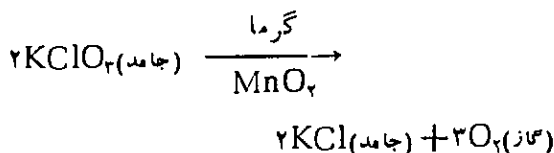
خایل علمی غیائی

- کلرات پتاسیم
- اکسید منگنز (IV) (دی اکسید منگنز)
- فسفر سفید (زرد)
- گوگرد
- سدیم
- نوار منیزیم
- سیم آهنی
- محلول تورنسل
- محلول فنل فتالین
- محلول فوشین
- محلول پرمنگنات پتاسیم
- محلول دی کرومات پتاسیم

روش کار

الف - تهیه و جمع آوری اکسیژن

۱۰ گرم کلرات پتاسیم را با حدود ۲ گرم گرد اکسید منگنز (IV) مخلوط و درون يك لوله آزمایش پیرکس وارد کنید. دستگاهی مانند شکل برپا کنید. مخلوط را گرم کنید، به آسانی گازی آزاد می شود که می توان بر روی آب درون استوانه شیشه ای جمع کرد. جمع آوری گاز را اندکی پس از آشکار شدن حبابهای گاز درون آب آغاز کنید.

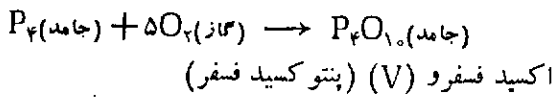
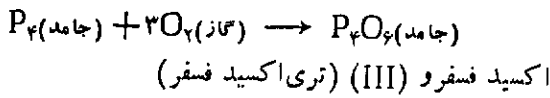


## آزمایش ۱

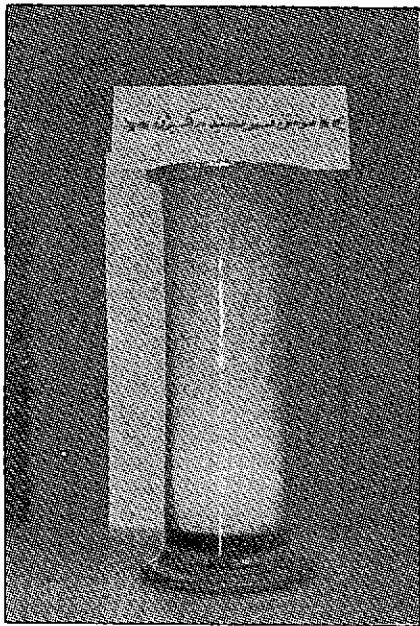
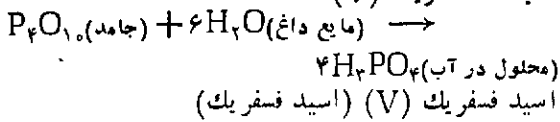
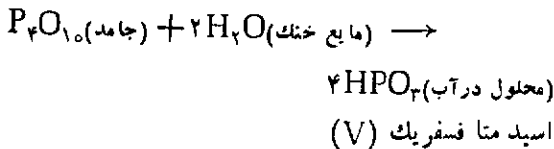
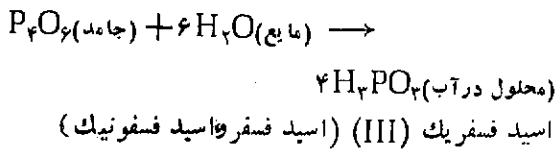
تهیه اکسیژن و بررسی سوختن فلزها و غیره -  
فلزها در آن

وسایل و مواد لازم

- پایه آزمایش با گیره
- لوله آزمایش پیرکس
- استوانه شیشه ای، دست کم ۴ عدد
- تشت آب با پایه جمع آوری گاز
- سرپوش شیشه ای مربع شکل، ۴ عدد
- لوله شیشه ای و لاستیکی
- درپوش سوراخ دار لوله آزمایش
- اسپاتول (قاشقک)
- قاشق اشتعال
- گیره انبری
- بشقاب شیشه ای
- چاقو
- عینک ایمنی
- کاغذ صافی
- کبریت
- چراغ گاز و سطح نسوز
- زایلین



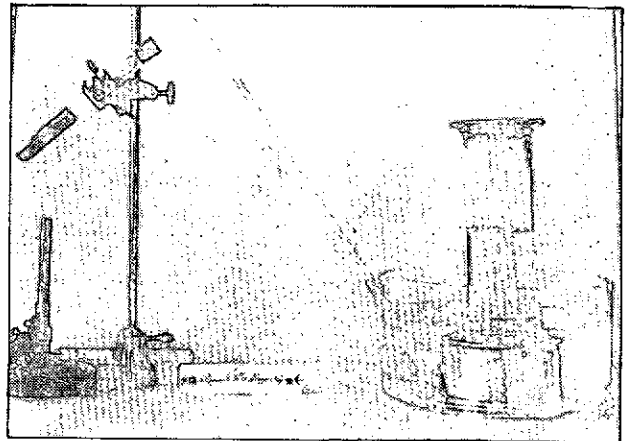
اکسید فسفر (III)، ویژه سوختن فسفر در مقدار محدود اکسیژن است. این ماده، جامد سفید فرازی است که به آسانی با آب واکنش انجام می‌دهد و اسید به وجود می‌آورد. اکسید فسفر (V)، ویژه سوختن فسفر در مقدار زیاد اکسیژن است. این ماده، جامد سفیدی است که به شدت با آب واکنش انجام می‌دهد و یکی از بهترین خشک‌کننده‌ها است. در این آزمایش، مخلوطی از اکسیدهای یاد شده به شکل ابری سفید به دست می‌آید. معادله واکنش این اکسیدها با آب به شکل زیر است:



سوختن  
فسفر سفید در اکسیژن

\* عکس آزمایشها توسط نگارنده تهیه شده است.

پس از خالی شدن آب درون استوانه شیشه‌ای، دهانه آن را زیر سطح آب با کف دست بپوشانید، آن را به آرامی از آب خارج کنید و به حالت ایستاده بر گردانید. سرپوش‌های شیشه‌ای مربع شکل را که از پیش به وازلین آغشته‌اید به سرعت روی دهانه استوانه بگذارید. دست کم چهار استوانه شیشه‌ای را بدینسان از اکسیژن پر کنید. پیش از آنکه گرم کردن لوله آزمایش را به پایان رسانید، سر لوله شیشه‌ای را از آب خارج کنید تا آب به درون لوله مکیده نشود. در این آزمایش، اکسید منگنز (IV)، کاتالیزور واکنش است. اگر کلرات پتاسیم به تنهایی گرم شود، در دمای حدود  $400^{\circ}C$  اکسیژن آزاد می‌کند و تولید گاز مانند حالتی که کسه کاتالیزور به کار می‌رود پیوسته نیست.



تهیه و جمع‌آوری گاز اکسیژن

### ب - بررسی سوختن فسفر و گوگرد در اکسیژن

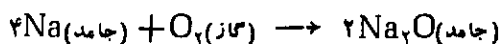
آلوتروپ سفید (زرد) فسفر در  $44/5^{\circ}C$  ذوب می‌شود، در آب و الکل نامحلول است، سمی است و خودبه‌خود در هوا می‌سوزد. عینک ایمنی را به چشم بزنید. قطعه‌ای فسفر سفید را به کمک گیره انبری از آب خارج کنید و توسط چاقو تکه کوچکی از آن را به آرامی روی بشقاب بپزید، تکه بریده شده تقریباً به اندازه یک دانه عدس باشد. این تکه کوچک را درون قاشق اشتعال بگذارید و قاشق را اندکی گرم کنید تا فسفر آتش بگیرد. بی‌درنگ دهانه ظرف اکسیژن را نیم باز کنید، اندکی محلول تورنسل آبی رنگ درون آن بریزید و سپس قاشق را وارد ظرف کنید. فسفر با نور خیره‌کننده‌ای می‌سوزد و ابر سفیدی به وجود می‌آورد. آیا تغییری در محلول تورنسل می‌بینید؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

محلول رقیق (صورتی) پرمنگنات پتاسیم را بی رنگ می کند. دی اکسید گوگرد، محلول سرخ مایل به زرد دی کرومات پتاسیم را به رنگ سبز در می آورد.

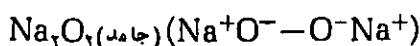
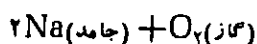
### پ - بررسی سوختن سدیم و آهن در اکسیژن

سدیم، فلزی نرم است، سبک تر از آب است و به آسانی ذوب می شود. با اکسیژن و آب واکنش انجام می دهد، واکنش آن با آب، شدید و خطرناک است. معمولاً تکه های سدیم را در شیشه محتوی نفت یا پارافین نگاه می دارند. از خشک بودن بشقاب شیشه ای، گیره انبری، چاقو و از تمیز بودن قاشق اشتعال اطمینان حاصل کنید. درون بشقاب، یک برگ کاغذ صافی بگذارید و عینک ایمنی را به چشم بزنید. تکه ای سدیم را به کمک گیره انبری از ظرف آن خارج کنید و بروی کاغذ صافی بگذارید. با فشردن آرام سدیم به کاغذ صافی، مایع محافظ آن را پاک کنید، هرگز به سدیم دست نزنید. با چاقو تکه کوچکی از آن را ببرید، مکعبی به پهلو  $3\text{mm}$  اندازه مناسبی دارد. به رنگ نقره ای و جلای این فلز هنگام بریدن و تیره شدن بی درنگ آن در هوا توجه کنید. تکه بریده شده را درون قاشق اشتعال بگذارید. درون ظرف اکسیژن اندکی آب بریزید و چند قطره محلول فل فلئوئین به آن بیفزایید. قاشق را گرم کنید، سدیم ذوب می شود و آتش می گیرد. بی درنگ مانند قبل قاشق را وارد ظرف اکسیژن کنید.

اگر سدیم در حجم محدودی از هوا یا اکسیژن بسوزد محصول واکنش، اکسید دی سدیم ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) است. سدیم با شعله زرد روشن می سوزد. اکسید دی سدیم، جامدی سفید و حل شدنی در آب است.



سدیم در مقدار فراوان اکسیژن با شعله زرد تندی می سوزد و پراکسید سدیم ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) به وجود می آورد.



ماده جامد به دست آمده رنگ مایل به زرد دارد و در آب سرد به خوبی حل شدنی است.

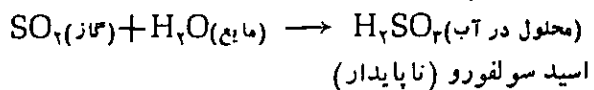
محتوی قاشق را پس از سوختن سدیم با اسپاتول خراش دهید و درون استوانه شیشه ای بریزید. آیا تغییری در رنگ

قاشق اشتعال را تمیز کنید و مقداری گرد گوگرد (گل گوگرد) را به کمک اسپاتول درون آن بریزید. قاشق را گرم کنید تا گوگرد شروع به سوختن کند. گوگرد در هوا با شعله ای کسوتاه و آبی رنگ می سوزد. اکنون دهانه ظرف اکسیژن را نیم باز کنید، اندکی محلول تورنسل آبی رنگ درون آن بریزید و قاشق را وارد ظرف کنید. گوگرد تندتر می سوزد و شعله ای زیبا به رنگ آبی درخشان به وجود می آورد. از سوختن گوگرد، گاز مه آلود دی اکسید گوگرد به دست می آید.

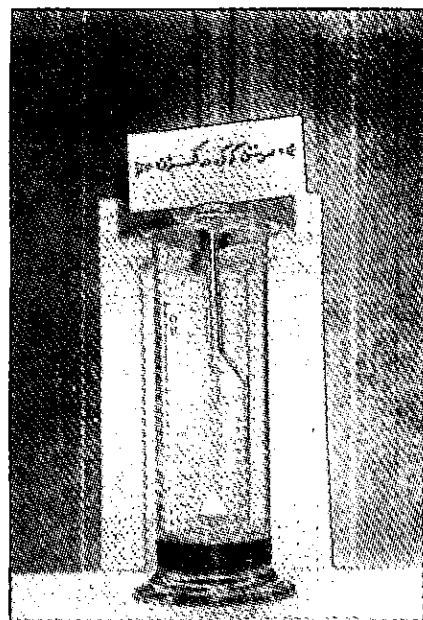
$$\text{S}(\text{جامد}) + \text{O}_2(\text{گاز}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{گاز})$$

پدید آمدن مه در اثر تشکیل همزمان اندکی تری اکسید گوگرد ( $\text{SO}_3$ ) است. دی اکسید گوگرد، گازی بی رنگ و سمی است، بویی تند و خفه کننده دارد و در آب حل می شود. تری اکسید گوگرد، مایعی فرار، سمی و محرک است که در هوا دود می کند و مه پدید می آورد. این مه، قطره های بسیار ریز اسید سولفوریک است که از ترکیب بخار تری اکسید گوگرد با بخار آب موجود در هوا به دست می آیند.

آیا تغییری در محلول تورنسل درون استوانه می بینید؟ چه نتیجه ای می گیرید؟

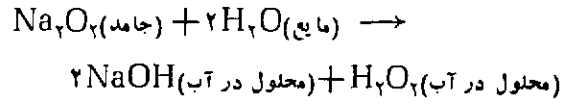
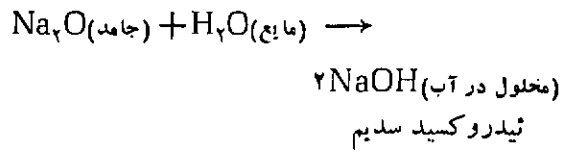


دی اکسید گوگرد، برخی از مواد رنگی طبیعی را بی رنگ می کند. در یک ظرف دی اکسید گوگرد، گل سرخ به رنگ سفید در می آید. این گاز، محلول قرمز فوشین و همچنین



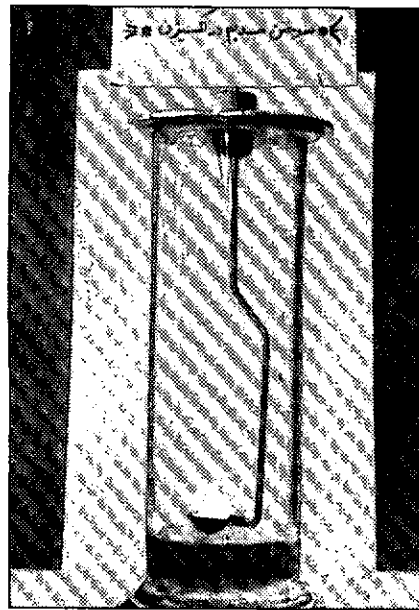
سوختن گوگرد در اکسیژن

محلول فل فتالین می بینید؟ چه نتیجه ای می گیرید؟



(اگر مخلوط واکنش را خنک نکنیم، پراکسید تیدروژن به آب و اکسیژن تجزیه می شود.)

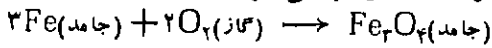
توجه داشته باشید که پس از مصرف سدیم، تکه های باقیمانده را به شیشه سدیم برگردانید. تکه های بسیار کوچکی را که از بریدن سدیم به جا می ماند، در شیشه الکل صنعتی بیاندازید و پس از مدتی محتوی شیشه را همراه با باز کردن شیر آب در دستشویی بریزید.



سوختن سدیم در اکسیژن

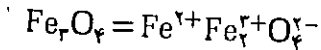
تمرین - تکه ای نوار منیزیم را به انتهای قاشق اشتعال بیندید و آن را به ترتیب قبل درون اکسیژن خالص بسوزانید. ماده حاصل از سوختن منیزیم چه نام دارد و فرمول آن چیست؟ حالت و رنگ آن کدام است؟ آیا در آب سرد به خوبی حل می شود؟ در آب گرم چگونه؟ محلول حاصل چه تغییری در رنگ محلول فل فتالین به وجود می آورد؟ معادله سوختن منیزیم و حل شدن ماده حاصل در آب را جدا گانه بنویسید.

پس از تمیز کردن قاشق اشتعال، قطعه ای سیم آهنی را به انتهای آن بیندید. انتهای سیم آهنی را به گرد گوگرد آغشته کنید یا چوب کبریت تازه ای به آن بیندید. سیم را گرم کنید تا گوگرد (یا چوب کبریت) آتش بگیرد و بی درنگ سیم را مانند قبل وارد ظرف اکسیژن کنید، ظرف اکسیژن از پیش مقداری آب داشته باشد. سیم آهنی همراه با صدا می سوزد و جرقه پرتاب می کند. جرقه ها، ذره های ریز آهن گذاخته هستند که به پولکهای  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (اکسید مغناطیسی آهن، اکسید نمکی آهن) مبدل می شوند و درون آب می ریزد.

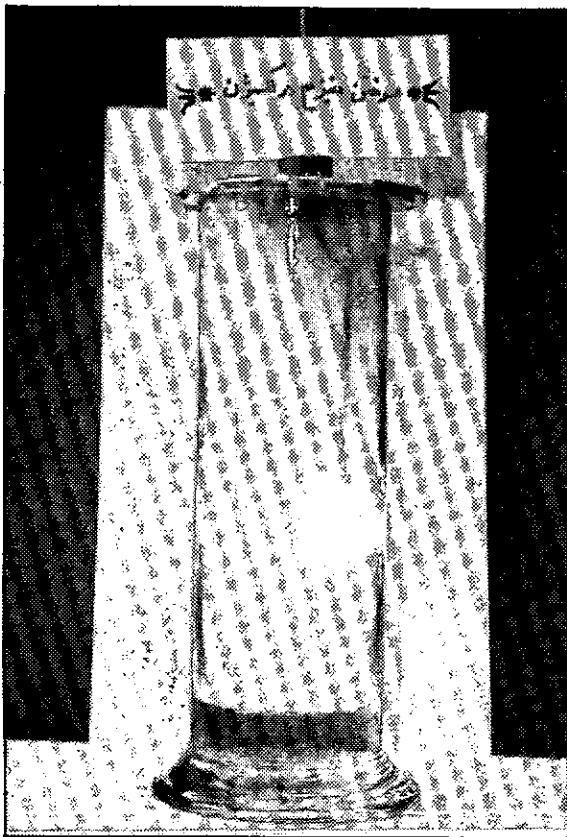


tri-iron tetroxide

ترکیب  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  را می توان به صورت  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  نیز بیان کرد. در هر مولکول  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  یک اتم آهن (II) و دو اتم آهن (III) وجود دارد.



یادآوری - در این آزمایش به جای سیم آهن می توان از رشته های نازک آهن استفاده کرد که احتمالاً نتیجه گویاتری نیز دارد.



سوختن منیزیم در اکسیژن

### دانستنیهای لازم درباره عناصر معروف هالوژن

### مقایسه فعالیت شیمیایی عناصر هالوژن

کلر، گازی سمی به رنگ زرد مایل به سبز است. این گاز نخستین بار در ۱۷۷۴ توسط شتل (Scheele)، شیمیدان سوئدی، کشف شد. نفس کشیدن مقدار کمی کلر سرفه آور است. نفس کشیدن مقدار زیاد گاز کلر سبب ناراحتیهای تنفسی می‌شود و خطرناک است. آزمایشهای مربوط به گاز کلر را درون هود (گنجه ویژه آزمایشگاهی مجهز به هواکش) و زیر نظر مربی آزمایشگاه انجام دهید. فردی که با گاز کلر مسموم شده است بایستی بی‌درنگ به هوای تمیز برده شود. همچنین از او بخواهید محلول رقیق آمونیاک یا اتیل الکل بو کند و بر روی قفس سینه و گردن وی کمپرس سرد انجام دهید. در صورت مسمومیت سخت، او را به دکتر برسانید.

برم، مایعی سنگین به رنگ قرمز قهوه‌ای است. به آسانی بخار می‌شود و بخار آن قرمز است. در ۱۸۲۶ توسط بالارد (Balard)، شیمیدان فرانسوی، کشف شد. بخار برم خفگی آوروسمی است و سبب ناراحتی‌های تنفسی می‌شود. آزمایشهای مربوط به برم (مایع یا بخار آن) را درون هود انجام دهید، عینک ایمنی به چشم بزنید و دستکشهای لاستیکی بپوشید. اگر بر حسب تصادف دانش‌آموزی بخار برم را تنفس کند، او را به هوای تمیز برسانید؛ همچنین برای رعایت احتیاط از او بخواهید تا محلول ۲٪ آمونیاک را بو کند. اگر پوست‌تان به برم آلوده شود، بی‌درنگ محل اثر را با اتیل الکل و سپس با مقدار زیاد آب و محلول ۲٪ کربنات تیدروژن سدیم (جوش شیرین) بشویید.

ید، جامد درخشان بلوری به رنگ خاکستری (بنفش تیره) است. به آسانی فرازش می‌کند و بخار آن بنفش رنگ است. در ۱۸۱۲ توسط کورتوا (Courtois)، شیمیدان فرانسوی، کشف شد. بخار ید گذرگاه‌های تنفسی و غشاء مخاطی را تحریک می‌کند. در صورت مسموم شدن با بخار ید، محلول ۲٪ آمونیاک بو کنید.

#### وسایل و مواد لازم

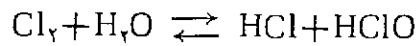
- پایه آزمایش با گیره نگهدارنده
- بالون ته صاف [۲۵۰ml]
- قیف شیشه‌ای (با قیف خرطومی) شیردار
- درپوش سوراخ‌دار بالون
- لوله لاستیکی رابط
- لوله شیشه‌ای خمدار
- عینک ایمنی
- استوانه یا بطری دهان‌گشاد شیشه‌ای
- درپوش تخت شیشه‌ای برای استوانه
- آیفشان پلاستیکی
- بشر
- پیپت
- همزن شیشه‌ای
- اسپاتول
- کاغذ تورنسل آبی
- پرمنگنات پتاسیم
- اسید کلریدریک غلیظ
- نیل
- آب کلر ۱
- آب برم ۱۲
- ید
- محلول ید در یدید پتاسیم
- محلول کلرید پتاسیم
- محلول برمید پتاسیم
- محلول یدید پتاسیم
- محلول سولفات آهن (II)
- تتراکلرید کربن (تتراکلرومتان)

## تهیه گاز کلر به کمک اسید کلریدریک غلیظ و پرمنگنات پتاسیم

این روش آزمایشگاهی برای تهیه گاز کلر نیاز به گرمانداز و سرعت تولید گاز به آسانی قابل کنترل است. معمولاً گاز کلر را به یکی از این روشها جمع آوری می کنند:

- ۱- بروی آب نمک ۲- جا بجا کردن هوا
- ۳- درون سرنگک گاز

یادآوری می شود که کلر به مقدار محدود در آب حل شدنی است و محلول آب کلر را به وجود می آورد. حل شدن کلر در آب مطابق واکنش شیمیایی زیر است:



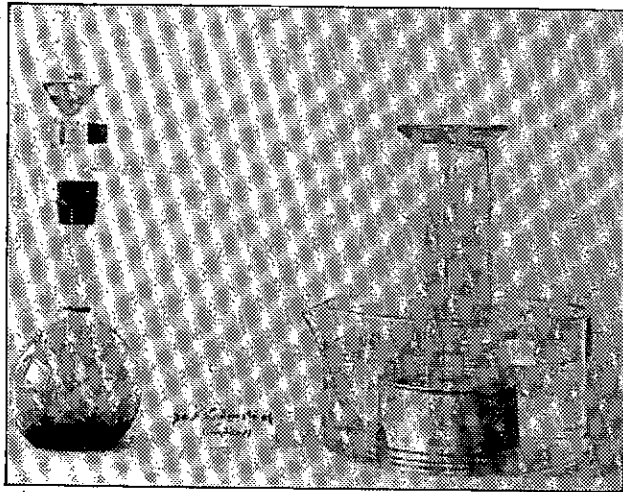
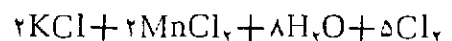
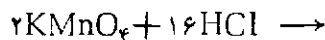
اسید کلریک (I) (اسید هیپو کلرو)

اگر جمع آوری کلر بروی آب نمک انجام شود، به شرط رعایت احتیاط نیاز به انجام آزمایش درون هود نیست. در روش جمع آوری کلر با جا بجا کردن هوا، چون کلر سنگین تر از هوا است (چگالی کلر حدود ۲/۵ برابر چگالی هوا است) زو به پایین ظرف می رود و هوا را جا بجا می کند. در مرحله الف دست کم دو ظرف را پر از گاز کلر کنید و برای آزمایشهای همان مرحله به کار برید. برای آزمایشهای مرحله ب می توانید از مولد گاز کلر مرحله الف یا آب کلر استفاده کنید.

روش کار

### الف - تهیه گاز کلر و بررسی ویژگیهای آن

دستگاهی مطابق شکل برپا کنید. پرمنگنات پتاسیم را درون بالسون بریزید و از قیف شیشه ای شیردار، قطره قطره اسید کلریدریک غلیظ بر روی آن بچکانید. با چکبیدن هر قطره اسید، بی رنگ گاز کلر آزاد می شود. رنگ زرد مایل به سبز گاز کلر به خوبی در دستگاه دیده می شود. دست کم دو استوانه یا بطری دهان گشاد شیشه ای را از گاز کلر پر کنید. در این آزمایش، کلر مطابق واکنش زیر آزاد می شود:



تهیه و جمع آوری گاز کلر

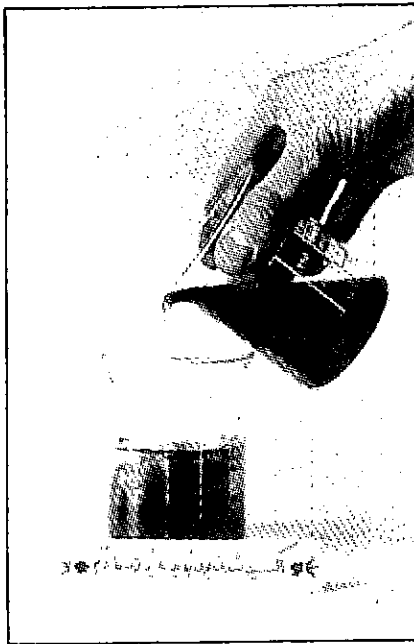
آزمودن گاز کلر - درون یکی از ظرفهای کلر، مقدار کمی مخلوط نیل در آب بریزید و ظرف را تکان دهید. چه تغییری می بینید؟ درون ظرف دیگر کلر یک برگ کاغذ نمناک تورنسل آبی بیاندازید، کاغذ تورنسل ابتدا به رنگ قرمز در می آید و سپس سفید می شود. چه توضیحی برای این پدیده ها دارید؟

### ب - مقایسه فعالیت شیمیایی کلر، برم و ید

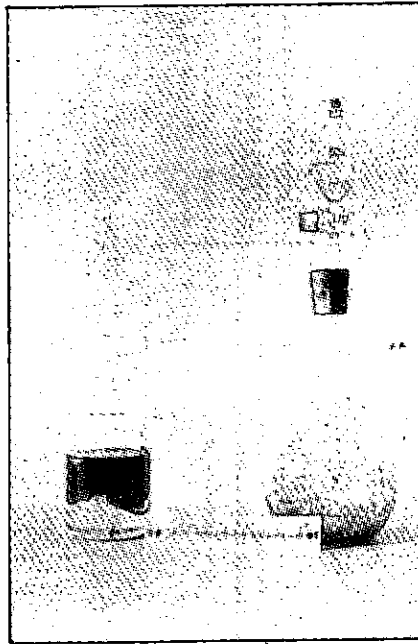
ابتدا آب کلر، آب برم و محلول ید را با محلول اسیدی شده سولفات آهن (II) بیازمایید تا روشن شود که آیا عناصر نامبرده خاصیت اکسید کنندگی دارند یا نه. برای اسیدی کردن محلول سولفات آهن (II) از اسید سولفوریک رقیق استفاده کنید. آیا نشانه ای از تبدیل  $\text{Fe}^{2+}$  به  $\text{Fe}^{3+}$  می بینید؟

اکسید شدن یون برمید به برم توسط کلر - به کمک مولد گاز کلر، حبابهای این گاز را درون محلول برمید پتاسیم بجوشانید. محلول رو به رنگ زرد می رود که در اثر پدید آمدن آب برم

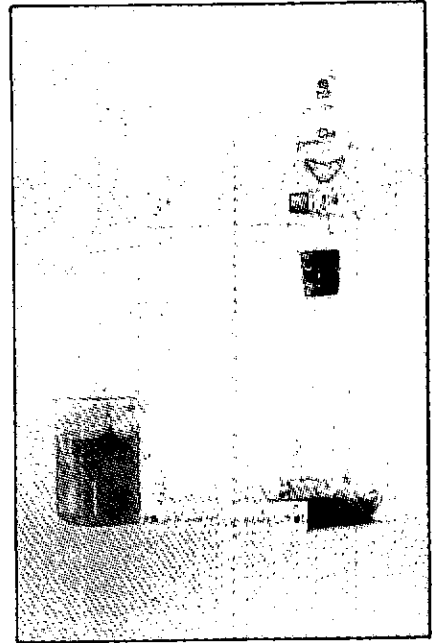
۱- اگر دسترسی ساده به کلر و برم نباشد، برای تهیه آب کلر و آب برم می توانید به ترتیب از الکترولیز محلول غلیظ کلرید سدیم و محلول برمید پتاسیم استفاده کنید. پس از مدتی عبور جریان برق از محلولهای یاد شده، جریان برق را قطع کنید و به کمک پیپت مقدار کافی محلول اطراف قطب مثبت را از لوله U خارج و به لوله آزمایش تمیز وارد کنید. توجه داشته باشید که محلول تازه هنگام آزمایش بالا به کار برید. برای اطلاع بیشتر به مقاله کار آزمایشگاهی مجله رشد آموزش شیمی شماره ۱۵ مراجعه کنید.



اکسید شدن یون یدید به ید توسط برم ۴.



اکسید شدن یون یدید به ید توسط گاز کلر



اکسید شدن یون برمید به برم توسط گاز کلر

می آید؟ آیا تتراکلرید کربن حلالی بهتر از آب برای برم و ید است؟ پدیده مربوط را چه می نامند؟

یادآوری - بخار تتراکلرید کربن سمی است، از تنفس آن خودداری کنید.

تمرین ۱ - چند دانه بلور ید را جداگانه در محلول برمید پتاسیم و کلرید پتاسیم بیاندازید. آیا نشانه‌ای از آزاد شدن برم و کلر می بینید؟

تمرین ۲ - دانستنیهای خود را درباره هالوژنها جمع بندی کنید.

### آزمایش ۳

#### بررسی محلولهای بافر (تامپون)

##### وسایل و مواد لازم

- پایه آزمایش با گیره بورت، ۲ عدد
- بورت ۵۰ml، ۲ عدد
- بشر ۱۰۰۰ml، ۲ عدد؛ ۲۵۰ml، ۱ عدد
- پیپت ۱۰ml

است و اندکی بعد قطره‌هایی از مایع قرمز برم در پایین بشر به چشم می‌خورد. معادله واکنش را بنویسید.

اکسید شدن یون یدید به ید توسط کلر - آزمون بالا را با محلول یدید پتاسیم تکرار کنید. رنگ مشخص قرمز قهوه‌ای ید در محلول پدیدار می‌شود و اندکی بعد ید جامد رسوب می‌کند. معادله واکنش را بنویسید.

در هر دو این آزمون‌ها می‌توانید از محلول آب کلر به جای گاز کلر استفاده کنید.

پرسش - آیا کلر یون فلوئورید را به فلوئور، اکسید می‌کند؟

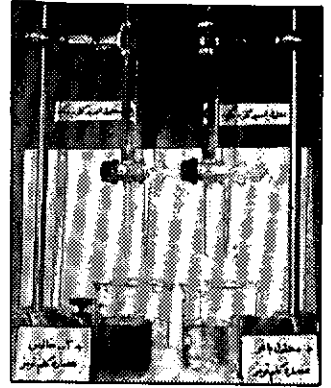
اکسید شدن یون یدید به ید توسط برم - مقدار کمی محلول آب برم\* را به محلول یدید پتاسیم اضافه کنید. چه تغییری در رنگ محلول می‌بینید؟ این تغییر نشانه چیست؟ معادله واکنش را بنویسید.

یادآوری می‌شود که محلول آب برم در دمای معمولی تا حدود ۳٪ برم حل شده را در خود جای می‌دهد.

پرسش - آیا برم یون کلرید را به کلر، اکسید می‌کند؟ در هر یک از سه آزمایش بالا حدود ۵ml تتراکلرید کربن به محتوی بشر اضافه کنید و بشر را خوب تکان دهید. لایه تتراکلرید کربن در هر یک از بشرها به چه رنگی در



الف - اثر افزودن اسید



ب - اثر افزودن باز



- همزن شیشه‌ای

- آبفشان پلاستیکی

- اسپاتول (قاشقک)

- محلول یونیورسال یا عصاره تازه کلم قرمز

- استات سدیم (اتانوات سدیم)

- اسید استیک (اسید اتانوئیک)

- تییدروکسید سدیم

- اسید کلریدریک

محلولی که از آمیختن اسید ضعیف و نمک آن یا باز ضعیف و نمک آن به دست می‌آید و نسبت به تغییر pH مقاومت می‌کند محلول بافر (تامپون، محافظ) نامیده می‌شود. محلولهای بافر در پزشکی و داروسازی اهمیت فراوانی دارند و خون را نیز می‌توان محلول بافر به حساب آورد.

روش کار

محلولی از حدود ۳ml اسید استیک در ۱۰۰ml آب درون بشر تهیه کنید. در بشر دیگری محلولی از حدود ۲ گرم استات سدیم در ۱۰۰ml آب فراهم کنید. این دو محلول را درون بشر بزرگتر باهم مخلوط کنید، بدینسان محلول بافر آماده می‌شود. بورت‌ها را به گیره ببندید و بسته بودن شیر آنها را کنترل کنید.

مرحله اول، بررسی تغییر pH در اثر افزودن اسید - درون بورت‌ها مقدار یکسانی محلول رقیق اسید کلریدریک بریزید. اکنون، زیر هر یک از بورت‌ها، یک بشر ۱۰۰ml بگذارید. درون یکی از این بشرها حدود ۸۰ml محلول بافر و درون بشر دیگر همان مقدار آب مقطر بریزید. اندکی محلول

یونیورسال یا عصاره کلم قرمز<sup>۱</sup> برای سنجش تقریبی pH محلول به محتوی بشرها اضافه کنید و رنگ محلول‌های درون هر یک از بشرها را در نظر داشته باشید. سپس با باز کردن شیر هر یک از بورت‌ها حدود ۲ml محلول رقیق اسید - کلریدریک به درون بشرها وارد کنید. چه تغییر رنگی در بشر حاوی محلول بافر می‌بینید؟ در بشر دیگر چطور؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

مرحله دوم، بررسی تغییر pH در اثر افزودن باز - در این مرحله، پس از شستن بورت‌ها و سایر وسایل شیشه‌ای لازم، مقدار یکسان محلول رقیق تییدروکسید سدیم درون هر یک از بورت‌ها بریزید. سپس کارهای مرحله پیش را با محلول جدید، دوباره انجام دهید. تغییر رنگ محتوی بشرها در این مرحله چگونه است؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ پرسش ۱- مقاومت محلولهای بافر را در برابر تغییر pH هنگام افزودن اندکی اسید یا باز چگونه توضیح می‌دهید؟

پرسش ۲- چه مواد دیگری برای تهیه محلول بافر پیشنهاد می‌کنید؟

\* می‌توانید از محلول آب پر<sup>۲</sup> به دست آمده در آزمایش «اکسید شدن یون برمید به برم توسط کلر» استفاده کرد.

۱- عصاره کلم قرمز در محلولهای اسیدی، حدود قرمز؛ در محلولهای خنثی، حدود بنفش و در محلولهای بازی، حدود سبز و زرد است. برای اطلاع بیشتر به مجله رشد آموزش شیمی شماره ۱۵ مراجعه کنید. یادآوری می‌شود که در عکس‌های این آزمایش از همین ماده برای سنجش تقریبی pH استفاده شده است. عصاره کلم قرمز در محلول بافر حاضر (پیش از افزودن اسید کلریدریک یا تییدروکسید سدیم) به رنگ قرمز صورتی در می‌آید.

# دستور ساخت

## سلسله وسایل

## آزمایشگاهی

## شیمی

از: م - ی - نوروژیان

### پایه قیف

الف - هدف: ساختن پایه چوبی قیف دوخانه  
ب - وسایل مورد نیاز:

- چوب به ابعاد  $17 \times 9 \times 1/5$  سانتی متر

- چوب به ابعاد  $12 \times 2/5 \times 1$  سانتی متر

- قلاب کوچک سربچی

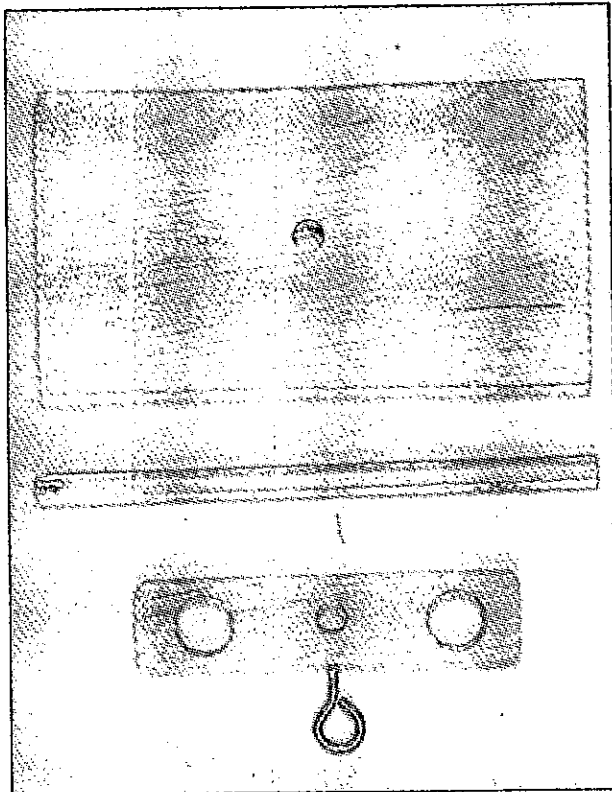
- لوله فلزی یا چوبی به طول ۲۰ سانتی متر و به قطر حدود ۱ سانتی متر.

(می‌توانید از شاخه‌های آلومینیومی آنتن شکسته

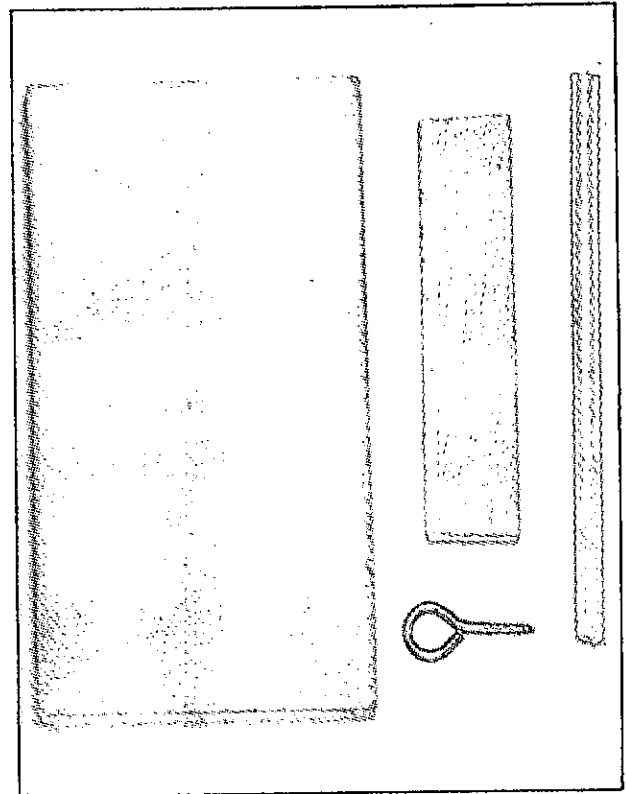
تلویزیون استفاده کنید). ش ۱ - ۱

ج - روش ساخت:

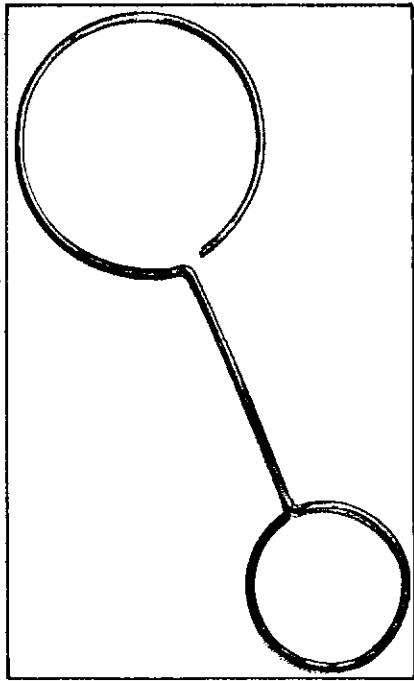
چوبهارم مثل شکل ۱ - ۲ سوراخ کاملاً با سمباده صاف کنید. وسط هر دو باید به اندازه قطر خارجی لوله باشد، به طوری که لوله در سوراخ چوب بزرگ کاملاً کیپ و در دومی کمی حرکت داشته باشد. قلاب را طوری در چوب پیچ کنید که بتواند چوب را در روی لوله نگهدارد. سعی کنید کمتر این پیچ را باز و بسته کنید چون در صورت تکرار، محل پیچ در بدنه چوب هرز خواهد شد.



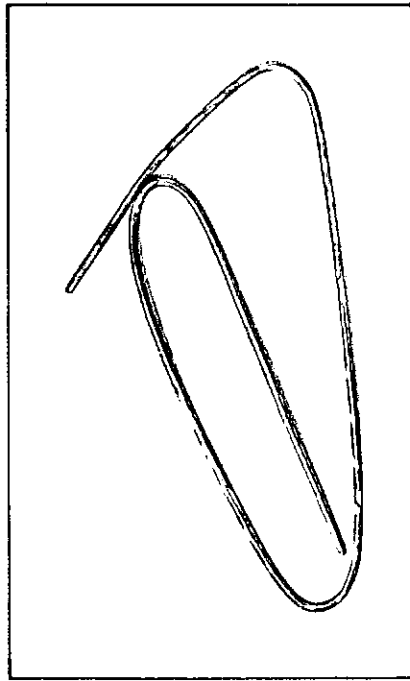
ش ۱ - ۲



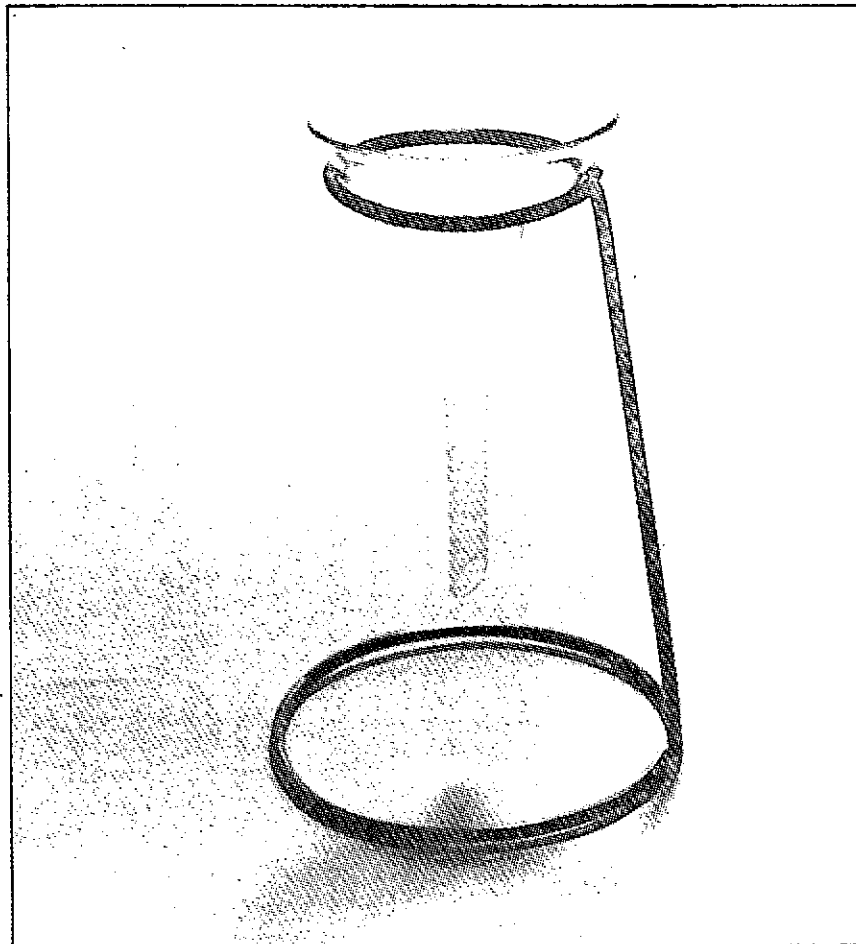
ش ۱ - ۱



ش ۲-۲



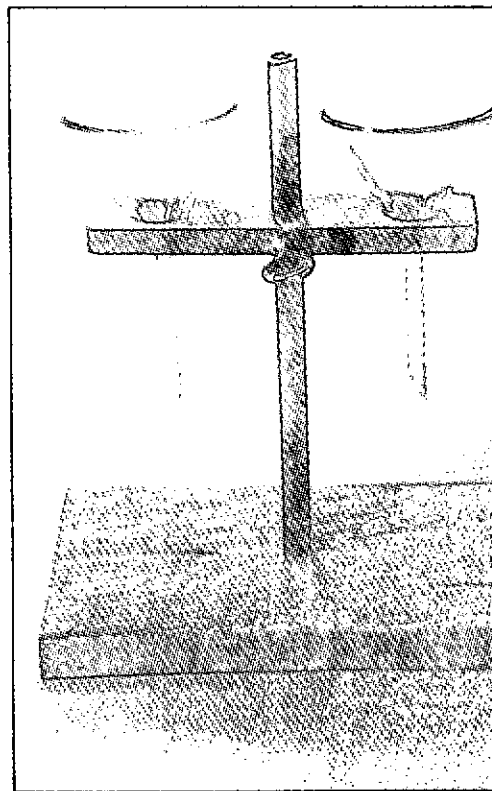
ش ۱-۲



ش ۲-۲

**تکیه گاه قیف**

الف - هدف: ساختن تکیه گاه فلزی قیف  
 ب - وسایل مورد نیاز:  
 مفتول فلزی به قطر حدود ۳ میلیمتر (از سیم مسی برق می‌توانید استفاده کنید).  
 ج - روش ساخت:  
 مفتول را مثل شکل ۲-۲ در آورید، به طوری که دایره پایین بزرگتر باشد تا استقامت بیشتری داشته باشد. دایره بالایی نیز با توجه به اندازه قیف مورد نظر باشد. ارتفاع نیز تابع طول قیف است. دو دایره را مثل شکل ۲-۳ خم کنید.



ش ۱-۲

و بر اهمیت در صنعت، پزشکی و علوم غذایی ایفا می کنند.

### ساختمان آنزیمی و واکنش دهندگی

یکی از ویژگیهای ارزشمند آنزیمها آن است که هر آنزیم نسبت به يك یا چند سوبسترای<sup>۱</sup> معین<sup>۲</sup> تمایل ویژه از خود نشان می دهد. این ویژگی مدیون آرایش<sup>۳</sup> ذنجیرهای اسید آمینه مورد نظر در ناحیه فعال آنزیم است. این گروههای مولکولی در پیوستن به سوبسترا و تبدیل آن به محصول عمل شرکت می کنند. ناحیه فعال به طور

نسبی بخش کوچکی از سطح آنزیم را تشکیل می دهد. پیوندهای سوبسترا با آنزیم از

نوع عکس العملهای ضعیف غیر کووالانسی است. گروههای مولکولی از باقیماندههای قطبی اسیدهای آمینه هستند که در پیدایش محیطهای میکروسکوپی آبدوست و آبگریز شرکت می کنند. از همین نظر فعالیت آنزیم نه تنها به چگونگی آرایش فضایی گروههای پیوندی و کاتالیزوری وابسته است، بلکه تابع محیط زیست آنها نیز می باشد.

ویژه بودن تأثیر متقابل «آنزیم - سوبسترا»، غالباً بر پایه فرض «قفل - و کلید» قابل توضیح است. با آن که این مدل برای توضیح طرز عمل آنزیمها بسیار عالی است، اما در آن مسأله انعطاف پذیری ذاتی سلولهای گلبولسی نادیده گرفته شده است. کشاند<sup>۴</sup> در سال ۱۹۵۸ مدلی بس خیالی تر تحت عنوان مدل «القا شده هماهنگ»<sup>۵</sup> ارائه کرده است. بر پایه این مدل، آنزیمها در موقع پیوستن به سوبسترا دستخوش دگرگونی هماهنگ و

یکی از هدفهای مهم علم تبدیل کشفیات و دست آوردهای علمی به فنون شناسی یا تکنولوژی است و این خود شامل کاربرد دست آوردهای علمی در صنعت، طب و تحقیقات است. تاریخچه تحقیق در آنزیم-شناسی هم گام با علم زیست شیمی (بیوشیمی) است و شروع دانش زیست شیمی به کشفیات علمی اولیه در فرایند تخمیر برمی گردد. اکنون شناخت و آگاهیهای ما از ساختمان و فعالیت آنزیمها (کاتالیزورهای زیستی) به آن حد از گسترش و پیشرفت رسیده است که آنها کاربردهای زیادی را در زمینه های بسیار وسیع و متفاوت پیدا کرده اند.

### تاریخچه آنزیم شناسی

بشر سالهاست که از نقش کاتالیزوری آنزیمها در تغییر و تبدیلهای شیمیایی آگاه است. لویی پاستور معتقد بود که وجود سلولهای زنده برای انجام فرایندهایی نظیر ترش شدن شیر و تخمیر هیدراتهای کربن به الکل ضروری است؛ هر چند که امروزه ما می دانیم که آن درست نیست. واژه آنزیم در سال ۱۸۷۸ از طرف ویلی کوهن<sup>۱</sup> به کار رفت و معنای آن در زبان یونانی «در مخمر یسا خمیر مایه»<sup>۲</sup> است. ادوارد بوخنر<sup>۳</sup> در سال ۱۸۹۷ نشان داد که آنزیمها حتی در نبود سلولهای زنده، عمل کاتالیزوری فرایند تخمیر شکر را انجام می دهند. اورآز نخستین آنزیمی بود که از راه تبلور، در سالهای نزدیک به ۱۹۰۰ توسط جیمز سومنر<sup>۴</sup> شناسایی و جدا شد. دانش آنزیم شناسی از آن زمان تاکنون با چنان پیشرفت و توسعه ای همراه شده است که امروزه مولکولهای آنزیمی نقش اساسی

این مقاله به کتابهای شیمی سال چهارم دبیرستان آموزش بازرگانی و حرفه ای، کودکیاری و سال چهارم علوم تجربی - ریاضی و فیزیک مربوط است.

نوشته:

Asha Manoharan & Joseph H. Dreisbach

در مجله:

Journal of Chemical Education  
Volume 65 No. 2 February 1988

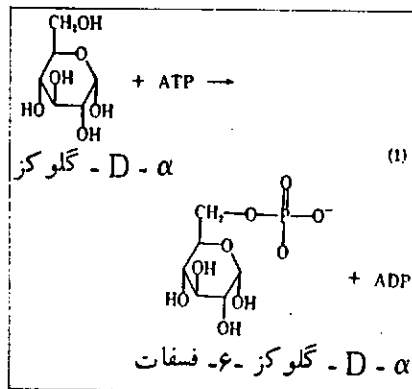
آنزیم شناسی کاربردی

ترجمه: دکتر محمدحسین عزرزی

ماهرانه‌ای می‌شوند. می‌توان مولکول‌هایی را تصور کرد که از لحاظ ساختمان با مولکول‌های سوسترای آنزیمی شبیه باشند، اما برای ایجاد دگرگونی هماهنگ در آنزیم فاقد توانایی لازم باشند. با این همه، ممکن است، که تا حدی نقش کاتالیزوری آنزیمی واقع شود، اما سرعت واکنش در این حالت به مراتب کمتر از موقعی است که با مولکول سوسترای واقعی سروکار می‌باشد.

به کمک ثابت میکیلیس - مانتون<sup>۸</sup> ( $K_m$ ) می‌توان میزان میل ترکیبی آنزیم با واکنش دهنده‌های مختلف را به طور کمی نشان داد. معنای ریاضی  $K_m$  تابع مکانیسم واکنش کاتالیز شده آنزیمی مورد نظر است و گاه ممکن است پیچیده باشد. با یک تحلیل ساده معلوم می‌شود که  $K_m$  غلظت لازمی از سوستر را می‌رساند که در آن سرعت واکنش برابر با نصف سرعت ماکزیمم است (شکل ۱). ثابت  $K_m$  به غلظت آنزیم بستگی ندارد. این ثابت در برخی مواقع، میزانی از میل ترکیبی آنزیم نسبت به سوسترای معینی را نیز می‌رساند. ثابت میکیلیس دارای ابعاد غلظت است که معمولاً بر حسب مول بر لیتر بیان می‌شود.

دو آنزیم در فسفوریله شدن گلوکز، با استفاده از ATP به عنوان دهنده فسفات، نقش کاتالیزوری بازی می‌کنند، (معادله ۱).



هگزوکیناز<sup>۹</sup> نسبت به گلوکز دارای  $K_m$  بسیار کوچکی است، ( $37 \mu\text{M}$ )، حال آنکه  $K_m$  گلوکو کیناز<sup>۱۰</sup> بسیار بزرگتر است، ( $10 \text{mM}$ )، (۱). به این ترتیب میل ترکیبی هگزوکیناز با گلوکز بیشتر از گلوکو کیناز است.

در موقع انتخاب یک آنزیم برای یک

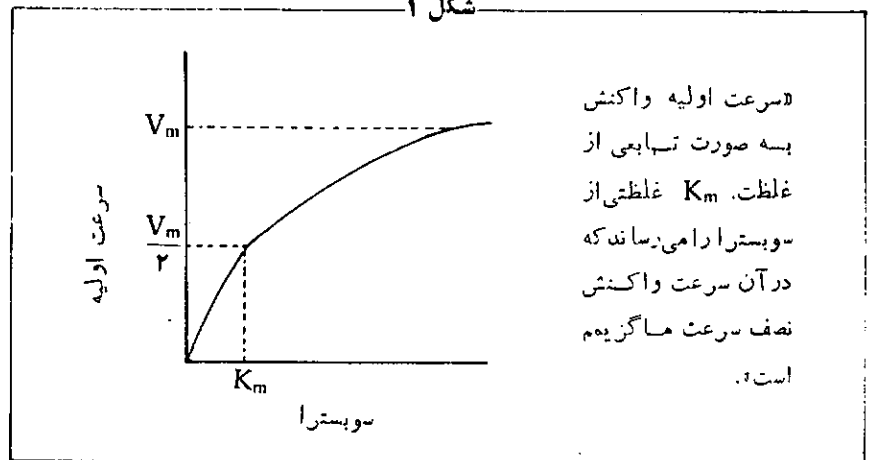
کاربرد تکنیکی بایستی عوامل مختلفی از جمله ویژگی آنزیم مورد توجه قرار گیرد. میزان کارایی یک آنزیم از مهمترین عواملی است که در ارزشیابی به کارگیری یک آنزیم خاص مورد نظر است. هر آنزیم به طور منطقی بایستی نسبت به pH، دما و قدرت یونی محیط به کار رفته در فرایند مورد نظر پایدار باشد.

### استفاده از آنزیم در درمان پزشکی

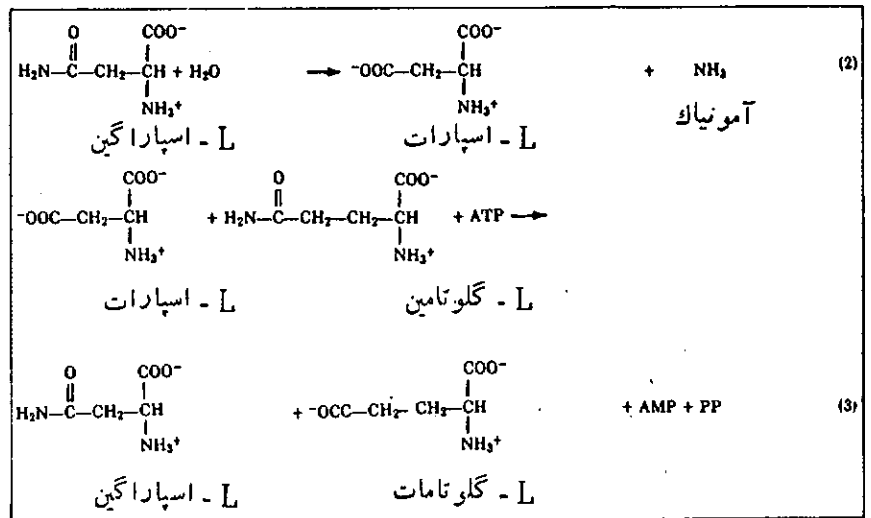
آنزیم اسپاراگیناز<sup>۱۱</sup> در تبدیل آمینو اسید اسپاراگین به اسید اسپارتیک دارای نقش کاتالیزوری است، (معادله ۲). از اسپاراگیناز در درمان انواع معینی سرطان استفاده شده است (۲). تحقیقات انجام شده آشکار کرده است که سلول‌های تومری که در مقابل درمان با اسپاراگیناز حساس اند، فاقد فعالیت لازم در سنتز اسپاراگین می‌باشند. اسپاراگین<sup>۱۲</sup> به عنوان یک آمینواسید اساسی برای اینگونه تومرهای حساس محسوب می‌شود. سلول‌های تومرهای یاد شده جهت رشد و ادامه حیات به اسپاراگین اضافی نیازمندند و بد آن وابسته می‌باشند. در موقعی که اسپاراگین به کمک اسپاراگیناز از میان برود، سلول‌های تومری حساس با مرگ و میر و به رومی شوند (۳). در تومرهای مقاوم، میزان اسپاراگین ساخته شده، بیش از مقداری است که در بافتهای عادی موجود است. از همین رو در اینگونه تومرها حتی در حضور اسپاراگیناز هم مقدار کافی اسپاراگین

\* در بین زیست شیمیدانان مرسوم است که به جای واکنش دهنده از لفظ سوستر استفاده شود. سوستر را به ماده‌ای گفته می‌شود که به کمک آنزیم تجزیه و معمولاً به محصولات سبکتری تبدیل می‌شود. ۲

شکل ۱



عملاً رواج بسیاری دارد، (۵). این روش شبیه درمان با جایگزینی هورمونی است که بسیار آشنا و رایج است. بیماریهای ژنتیکی زیادی شناسایی شده‌اند، با آنکه خطای و لکولی به‌زنجای ناقص ارتباط داده شده است، اما در اینگونه درمانها توجه اصلی به فراورده ژنی - مولکول آنزیم ناقص معطوف شده است. بیماری گوشه ۱۶ نمونه‌ای از ناموزنی و نامرتبی عوامل اثری است. بزرگ شدن طحال و کبد و عقب ماندن رشد قوای



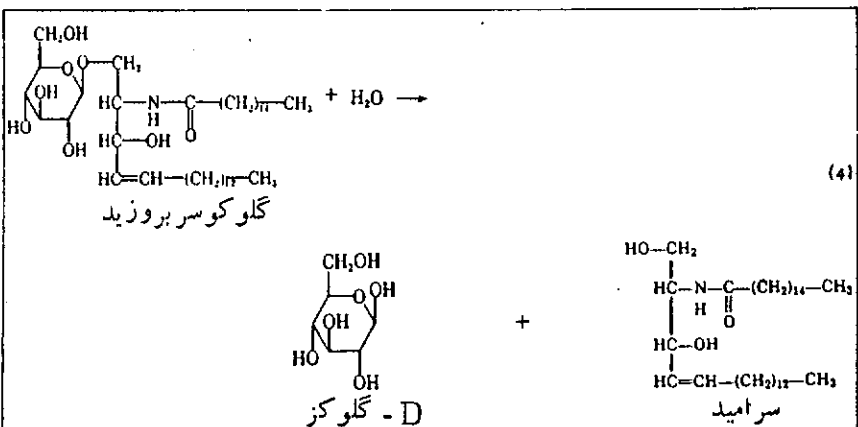
عقلی در دوران کودکی از علائم بارز بیماری مذکور به شمار می‌آیند، (۶). معلوم شده است که در دو رنج بیماران مبتلی به بیماری مذکور ناشی از ذخیره شدن يك نوع گلیکولپید، گسکوسر بروزید ۱۲ در اندامهای یاد شده است. این لیپید معمولاً به کمک  $\beta$  گلو کوزیداز ۱۸ به سر آمید و گلوکز هیدرولیز می‌شود (معادله ۴). پس از آن، این محصولات خود از طریق واکنشهای سوخت‌وساز مختلفی دستخوش تغییر و تبدیل بیشتر می‌شوند.  $\beta$  گلو کوزیداز که معمولاً در لیوزوزومها ذخیره می‌شود، در بیماران مبتلی به بیماری گوشه فعال نیست. در تجویز  $\beta$  گلو کوزیداز به بیماران عملاً موفقیت‌هایی به دست آمده است، (۵).

موفقیت‌های حاصل در مداوای برخی تومرها با اسپاراگیناز، سبب شده است که پژوهشگران از اسیدهای آمینه دیگر که در فرسای آنزیمها و قدرت آنها مؤثرند به عنوان ضد تومر استفاده کنند. برای مثال، آنزیمهایی نظیر گلو تامیناز ۱۳، سیستین ۱۴، دسولفیدراز ۱۵ و برخی آنزیمهای دیگر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، تا از میزان کارآیی آنها در آنزیم درمانی اطلاع حاصل شود، (۳ و ۴).

### آنزیم جایگزینی

کاربرد دیگر آنزیم درمانی آن است که آنزیمی را که دارای فعالیت کم و ناقص است، توسط يك آنزیم فعال تهیه شده از منبع دیگر جایگزین کنند. این جایگزینی

جهت رشد سلولها تأمین می‌شود، (۲). واکنش اسپاراگیناز با سلولهای مقاوم و بیمار از کارایی درمان می‌کاهد. در این شرایط چون مصنوعیت و مقاومت سلولهای بیمار پیشرفت می‌کند، لذا بایستی از اسپاراگیناز تأمین شده از منابع دیگر جهت درمان استفاده شود، (۴). هر چند که اسپاراگینازها از منابع مختلفی مانند باکتریها، گیاهان و استخوانها قابل تأمین هستند، اما باید توجه داشت که همه آنها از نظر بالینی مفید نیستند. اسپاراگینازهایی که در مقابل تومر بدون فعالیت‌اند یا فعالیت آنها ناچیز و اندک است، معمولاً دارای  $K_m$  بزرگتری دارند، با آنکه با سیستم بیمار مصنوعیت یافته به سرعت وارد واکنش می‌شوند،



(۲). متأسفانه همانطور که در اغلب درمانهای شیمیایی پیش می‌آید، در مورد درمان با اسپاراگیناز نیز عوارض جنبی درمان شایان توجه می‌باشد. آزمایش و بررسی در این مورد، همانند موردهای دیگر می‌تواند عوارض جنبی را به نحو بارزی کاهش دهد و در هر صورت لازم است که پیش از شروع مداوا تستهای لازم به عمل آید.

در آنزیم درمانی از راه جایگزینی، یکی از مشکلات اساسی آن است که آنزیم را به طور درست به سمت بافتهای ویژه مورد هدف و اندامهای سلولی هدایت کنند. در يك روش، آنزیم را به يك مولکول پذیرنده ویژه سلولی پیوند میزنند، تا از آن راه سلول مورد نظر بتواند آن را به مصرف درونی خود برساند. در روش دیگر، آنزیم را در محفظههایی از نوع آبدانک، مانند لیپوزوم یا اریتروسیت، به صورت کپسول در می آورند، (۵). بسیاری از بیماریهای دیگر، نظیر بیماری تی ساک<sup>۱۹</sup> و فابری<sup>۲۰</sup> که از ذخیره ایزوزومی ناشی می شوند، امروزه از طریق آنزیم درمانی به روش جایگزینی در دست مطالعه می باشند.

### کاربرد آنزیمها در تشخیص پزشکی

آنزیمها به دو روش متفاوت در آزمایشگاههای بالینی به کار می روند. از اندازه گیری میزان آنزیم در سرم، می توان اطلاعات زیادی را در خصوص گسترش ضایعات نسجی و یا فعالیت آن به دست آورد. این شاخه از شیمی بالینی از زمان آشکار شدن نقش آنزیمهای ویژه در سوخت و ساز بدن و استفاده از روشهای سریع و مطمئن در اندازه گیریهای آنزیمی، اهمیت شایانی پیدا کرده است، (۷). روش دیگر برای به کار بردن آنزیمها در آزمایشگاههای بالینی، بدین شرح است که از آنها به عنوان معرف یا واکنشگر در آزمایشهای تجزیه ای سریع و حساس استفاده می کنند.

### آنزیمها در بیماری قلبی

با اندازه گیری میزان آنزیمهای معینی

است که از آن به منظور ارزیابی توانایی بیمار برای به سوخت و ساز رساندن گلوکز استفاده می شود. به شخص محلول گلوکز را می خوراندند. به دنبال آن، میزان غلظت قند خون را تا چهار ساعت زیر نظر می گیرند. معمولاً، میزان قند خون در طول يك ساعت اول افزایش می یابد، سپس به سرعت به مقدار نرمال یا معمولی بر می گردد، (در حدود ۸۵ میلی گرم گلوکز در هر ۱۰۰ میلی لیتر خون). بیمار دارای بیماری قند نمی تواند گلوکز را به طور نرمال به سوخت و ساز برساند، میزان قند خون چنین بیماری، در جریان آزمایش قند خون به طور عجیبی و بیش از حالت نرمال افزایش می یابد.

روشهای آنزیمی گوناگونی برای تجزیه قند خون در دسترس است. در یکی از آنها، دو واکنش را که توسط آنزیمها کاتالیز می شوند، باهم جفت می کنند. در گام نخست، گلوکز توسط هگزوکیناز فسفوریله می شود، (معادله ۱)؛ به دنبال آن به کمک ۶- فسفات دهیدروژناز گلوکز اکسید می شود، (معادله ۵). معادله موازنه شده واکنشها به ترتیبی است که در ازای شرکت هر مول D- گلوکز يك مول

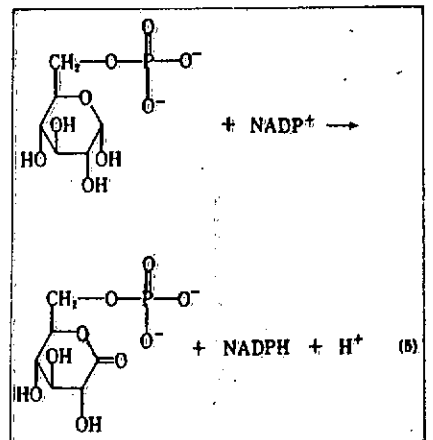
نیکوتین آمید ادین دی نوکلئوتید فسفات (NADP+) کاهش می یابد. به دلیل آنکه NADPH نور با طول موج ۳۴۰nm را جذب می کند و حال آنکه اکسید آن فاقد چنین جذبسی است، لذا با اندازه گیری میزان جذب نور در این طول موج می توان مقدار گلوکز را تعیین کرد. تجزیه های کمی متکی بر روشهای

در خون، می توان اطلاعات بسیار سودمندی را در خصوص گسترش سکته قلبی و از کار افتادگی ماهیچه های قلب به دست آورد. در پی بروز مرگ بافتی، آنزیمها در زمانهای مختلف از بافتهای آسیب دیده قلبی به درون پلاسما خون نفوذ می کنند. چون زمان نیم عمر این آنزیمها در پلاسما با هم یکسان نیست، لذا سرعت محو شدن فعالیت آنزیمی در سرم نیز یکسان نخواهد بود. در موقعی که به بیمار قلبی مشکوک هستیم، سه آنزیم را به طور روزانه مورد بررسی و مطالعه قرار می دهیم. این سه آنزیم عبارتند از: کراتین کیناز<sup>۲۱</sup> (CK)، گلوکوتامیک اکسالستیک ترانس آمیناز<sup>۲۲</sup> (GOT) و لاکتات دهیدروژناز<sup>۲۳</sup> (LDH)، (۸). میزان افزایش آنزیم به عنوان نشانه ای تقریبی از وسعت آسیب است؛ به علاوه، طول زمان افزایش مقدار آنزیم نیز معرف استمرار مرگ بافتی است.

### آنزیمها به عنوان وسیله در تجزیه های بالینی

تعیین قند خون یکی از فراوان ترین اندازه گیریهای است که در تجزیه های بالینی به کار می رود. آزمایش تحمل گلوکز، يك روش تشخیص پزشکی معمولی

آنزیمی بسیار سودمندند. زیرا



آنها بسیار ویژه و سریع اند و برای انجام آزمایش مقدار بسیار کمی از نمونه کافی است. امروزه روشهای آنزیمی زیادی برای تجزیه اوره، کلسترول، استریدی کلسترولی، تری گلیسریدها و سایر اندازه گیریهای مربوط به سوخت و ساز به طور معمول در آزمایشگاههای بالینی در دسترس می باشند.

**کاربرد آنزیمها در صنعت**

ویژگی و کار آیی کاتالیزورهای آنزیمی سبب شده است که آنها در کاربردهای صنعتی به عنوان کاتالیزور بسیار مناسب به حساب آیند. چون آنزیمها در شرایط واکنشهای معمولی فعالند و محصولات جنبی نیز بیار نمی آورند، لذا هزینههای مربوط به فرایند کاتالیز شده می تواند به نحو بارزی کاهش یابد. در برخی از اوقات و مخصوصاً در آن دسته از فرایندهایی که در جریان تبدیل مواد واکنش دهنده به محصولات نهایی لازم است بیش از يك واکنش انجام گیرد، می توان به جای خالص و جدا کردن آنزیمهای منفرد، کل سلولها را به طور یکجا مورد استفاده قرار داد. استفاده

از کل سلولها به طور یکجا، باعث کاهش هزینههای خاص سازی آنزیم می شود، اما واکنشهای جانبی صورت می گیرند. تخمیر و پنیر سازی از جمله قدیمی ترین فرایندهای صنعتی می باشند که در آنها از ارگانیسیمهای زنده استفاده می شود. محصولات نهایی دو فرایند یاد شده به

طور عمده عبارتند از: الکل در فرایند تخمیر و قندها و اسیدهای آلی مختلف در پنیر سازی. علاوه بر آن مقدار کمی از مواد دیگر که سبب رنگ و طعم و بوی خاص محصولات می شوند نیز به دست می آید. از تخمیرهای میکروبی برای تهیه ترکیبهای آلی مختلف نیز استفاده می شود. سلولهای

**جدول ۱: برخی کاربردهای صنعتی میکروارگانیسیمها**

میکروب مورد استفاده	فرایند یا محصول
اسپیرگیلوس نیجر	اسید سیتریک
باسیلوس برویس	گرامیسیدین
استریتومیسس ونزوئلا	کلرام فینیکل
کلستریدیم بوتریسیم	ایزوپروپانول و بوتانول نرمال
گونه های ای کلی	اسید ۶- آمینو پنیسیلانیك
کلستریدیم ترهراستیکم	اسید استیک
گونه های کاندیدا و بسیاری دیگر	تجزیه بیوشیمیایی مواد نفتی
گونه های لاکتو با سیلوس	تولید پنیر
استریتو کوکوس	
پنیسیلیم	
پروپریونینا کتسیم	
ساکارومیسس کارلبرژیس	تولید اتانول



دیگر که با میکروب پیوند حاصل کرده اند، محسوب می‌شوند. انسولین و هورمون رشد انسان پروتئینهایی هستند که به طور جاری با مصرف کردن میکروبهایی که از اجزاء ژنتیکی تغییر ماهیت یافته‌اند، حاصل می‌شوند.

### کاربرد آنزیمهای مجزا در فرایندهای صنعتی

آنزیمها به روشهای گوناگون و زیادی در صنایع غذایی کاربرد دارند. از هیدرولیز نشاسته توسط امیلاز هیدراتهای کربن مورد نیاز برای تخمیر تولید می‌شود. علاوه بر آن مقدار قابل توجهی گاز دی‌اکسید کربن نیز به دست می‌آید. در مواردی که گندم مصرفی به روش مکانیکی جمع‌آوری شده باشد، معمولاً جوانه زدن و رویش خوب انجام نمی‌گیرد و از میزان کارآیی امیلاز کاسته می‌شود. افزایش  $\alpha$  - امیلاز تولید مالتوز را تقویت می‌کند و مالتوز به خوبی توسط مخمرها تخمیر می‌شود، (۹).

در گوشت‌های ترد شده تجارتي، مخلوطی از آنزیمهای پروتئولیتیک با مشخصات

### جدول ۲: برخی آنزیمها که مصارف تجارتي دارند

آنزیم	منبع	کاربرد
اسپاراگیناز	ای کلی (E. Coli)	مداوای ضد تومری
$\alpha$ - آمیلاز	ب - استیروترموفیلوس	پخت و تخمیر
پروتئازها	اسپرگیلوس نیجر	در فرایند آماده سازی گوشت
کلاز نازها	کلستریدیوم هیستولیتیکوم	تولید ال - آمینو اسید
آمینو اسپلازها	اسپرگیلوس - اریزا	شربت گلوکز
گلوکوامیلاز	اسپرگیلوس نیجر	شربت گلوکز
گلوکز ایزومراز	باسیلوس کوگولانس	شربت فروکتز

تهیه آنها ذکر شده است.

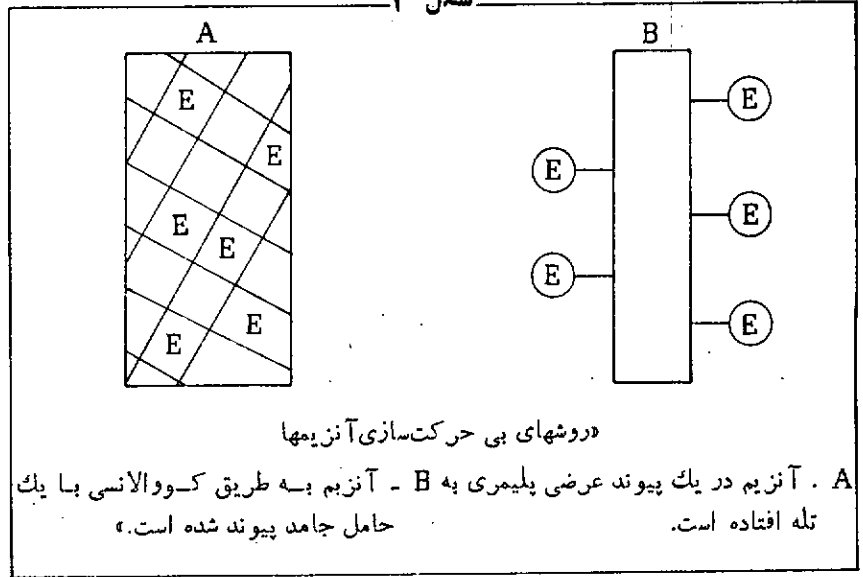
### بی حرکت کردن آنزیمها

در آنزیم شناسی به دو مسأله مهم، یکی قیمت آنزیم و دیگری پایداری آن بیشتر توجه می‌شود. با قرار دادن آنزیم بروی يك حامل جامد، می‌توان موضوع استفاده پی‌درپی و دوره‌ای از آنزیم را بسیار آسان کرد. علاوه بر آن، در بسیاری از موارد پایداری آنزیم نیز با آن افزایش می‌یابد. برخی از آنزیمهای صنعتی و سلولهای کامل را به صورت غیر متحرك در آورده و از آنها به طور جاری استفاده کرده‌اند، (۱۲).

روشهای زیادی برای بی حرکت کردن آنزیم در اختیار است. به طور کلی می‌توان آنها را به دو دسته تقسیم کرد: یکی تله‌اندازی فیزیکی و دیگری پیوستن شیمیایی، (شکل ۲). تله‌اندازی شامل تشکیل يك پیوند عرضی پلیمری نظیر نشاسته یا ژلهای پلی‌اکریل آمیدی در اطراف آنزیم است. در این شرایط، آنزیم در ماتریس به تله می‌افتد و حال آن که مولکولهای سوبسترا و محصولات که سبکتند می‌توانند به داخل یا خارج ماتریس نفوذ کنند. ایجاد پیوستگی شیمیایی میان آنزیم و يك حامل جامد غیر محلول از راههای مختلفی امکان پذیر است. از مواد جامدی مانند شیشه، پلی‌ساکاریدها و کلاژن ۲۴ که غیر محلولند می‌توان به عنوان حامل استفاده کرد. آنزیم از طرف قسمتی از مولکول که در عمل کاتالیزوری دخالتی ندارد، طی واکنشی با حامل پیوستگی شیمیایی برقرار می‌کند. گرچه در جریان بی حرکت کردن، برخی فعالیت‌های آنزیمی از بین می‌رود، اما

رویه‌مرفته این کار عملاً از نظر پایداری و استفاده بعدی از آنزیم سودمند است.

شکل ۲



**نتیجه‌گیری**  
آنزیم‌ها به لحاظ شیمیایی و صنعتی کاربرد زیادی دارند؛ اما در این مقاله فقط به شرح چند نمونه اکتفا شده است. پیشرفت‌های جدید در جدا، خالص کردن و بی حرکت کردن آنزیم‌ها و در تکنولوژی میکروبی نشان داده است که آنزیم شناسی کاربردی به عنوان عامل بسیار مهمی در توسعه‌های علمی و پیشرفت‌های تکنولوژی به حساب می‌آید.

**پانوشته‌ها**

- ۱- Willy Kuhn
- ۲- In Yeast
- ۳- Edward Buchner
- ۴- James Sumner
- ۵- Substrate
- ۶- Koshland
- ۷- Induced fit

- ۸- Michaelis - Menton
- ۹- Hexokinase
- ۱۰- Glucokinase
- ۱۱- Asparaginase
- ۱۲- Asparagin
- ۱۳- Glutaminase
- ۱۴- Cystein
- ۱۵- Desulfhydrase
- ۱۶- Gaucher

- ۱۷- Glycolipid, Glucocerebroside
- ۱۸-  $\beta$  - Glucosidase
- ۱۹- Tay - Sachs
- ۲۰- Fabry
- ۲۱- Creatine Kinase
- ۲۲- Glutamic Oxalacetic Transaminase
- ۲۳- Lactate Dehydrogenase
- ۲۴- Collagen

**مراجع**

1. Ferdinand, W. The Enzyme Molecule; Wiley: New York, 1976; p 139.	6. Orten, J. M.; Neuhaus, O. W. Human Biochemistry; Mosby: St. Louis, 1982; p 817.	and Technology, 2nd ed. ; Reed, G., Ed. ; Academic : New York, 1975; Chapter 11, p 301.
2. Capizzi, R. L. ; Cheng, Y.C. In Enzymes as Drugs, Holcenberg, J. S. ; Roberts, J., Eds. ; Wiley: New York, 1981; Chapter 1, p 1.	7. Price, N. C. ; Stevens, L. Fundamentals of Enzymo - logy; Oxford: New York, 1982; p 386.	10. Olson, A. C.; Korus, R. A. In Enzymes in Food and Beverage Processing, Ory, R. L. ; St. Angelo, A. J. Eds. ; American Chemical Society; Washington, DC, 1977; Chapter 7, p 100.
3. Holcenberg, J. S. In Ref 2, Chapter 2, p 25.	8. Wolf, P. L. ; Williams, D. Practical Clinical Enzymo - logy; Wiley: New York, 1973; p 291.	11. Mac Allister, R. V. ; Wardrip, E. K. ; Schnyder, B. J. In Ref 9, Chapter 12, p 332.
4. Roberts, J. In Ref 2, Chapter 3, p 63.	9. Barrett, F.F. In Food Science	
5. Grabowski, G. A. ; Desnick,		



در طول جنگ جهانی دوم چندین پزشک به طور جداگانه در باره احساس درد سربازان مجروح مشاهده‌هایی به عمل آوردند. جوان نوزده ساله‌ای که بازویش کاملاً خرد شده بود به آرامی نشسته بود و با جراحان علاقه‌مند گفتگو می‌کرد. این سرباز تمایلی به مصرف مسکن نداشت که نشان می‌داد علیرغم شدت جراحت، دردی را احساس نمی‌کند. سرباز مجروح دیگری که شکستگی استخوان و جراحات شدید داخلی داشت پایدردی مشابهی نشان می‌داد. پزشکان در توضیح این رفتارهای گیج‌کننده، فراغت حاصل از احساس زنده ماندن و رهایی از جنگ را عامل مؤثر احتمالی می‌دانستند.

با توجه به آگاهی‌ها، شرایط و امکانات آن زمان، چنین توضیحی برای پدیده کافی به شمار می‌رفت. پس از گذشت سالها، فرضیه دیگری در زمینه رفتار عجیب سربازان مجروح نسبت به تحمیل درد ارائه شد. فرض می‌کنیم داروهای تسکین‌دهنده درد، مثلاً مورفین، به سلولهای دریافت‌کننده مخصوصی در مغز راه یابند و نیز فرض می‌کنیم در شرایط فشار شدید، مانند وجود جراحت عمیق و دردآور، دریافت‌کننده‌ها از یک مسکن طبیعی که در جایی از بدن تولید می‌شود اشباع باشند. مفهوم ضمنی این آن است که بدن می‌تواند مسکن‌های مورد نیاز خود را فراهم سازد! بررسی‌هایی چند باور وجود چنین دریافت‌کننده‌های مسکن مغزی را مورد تأیید قرار می‌دهد.

پاره‌ای از مسکن‌ها به طور ویژه‌ای قوی هستند. مسکن اتورفین<sup>۱</sup> که شهرت چندانی هم ندارد قوی‌ترین داروی دگرگون‌کننده است که قدرت تسکین دهی آن ده هزار برابر مورفین است. یک دوز کوچک از اتورفین (کمتر از کمترین دوز ضعیف ال - اس - دی) که

در انتهای یک پیکان گذاشته شود می‌تواند با یک ضربه آبی، فیل خشمگینی را از پای درآورد. ظرفیت حصول چنین اثر شگرفی با این دوز کوچک دارو بحثی را علیه نظریه‌هایی ارائه می‌دهد که بنا بر آنها مواد شیمیایی توده کامل مغز را در معرض اضمحلال قرار می‌دهند. علاوه بر این گویای این است که یک تناسب مولکولی دقیق بین مسکن و دریافت‌کننده‌های خاص مسکن در سلولهای وجود دارد که از لحاظ استراتژیکی در جای به خصوصی استقرار یافته‌اند. به عبارتی به نظر می‌رسد این مسکن هم‌نوازی نزدیکی با یک مفهوم قفل و کلیدی داشته است.

دارویی به نام نالوکسون<sup>۲</sup> احتمالاً با جابه‌جا کردن مورفین از دریافت‌کننده‌های خود که روی غشاء سلولی هستند به طور کامل اثر مورفین را وارونه می‌کند. نالوکسون در همه جای جهان در بخش‌های اورژانس برای خروج معتادان از اغماهای خطرناک مورفین و هروین مورد استفاده واقع می‌شود. سرعت تأثیر آن به حدی است که غالباً قبل از خروج سرنگ از بازوی بیمار تأثیر عمل آن مشهود است. این امر گویای آن است که این دارو پیوستگی بیشتری از مورفین و هروین با دریافت‌کننده‌های مخدر دارد.

نالاکسون ظاهراً ماده مخدر را جابه‌جا می‌کند، هشیاری را باز می‌گرداند، تنفس را تسریع می‌کند و جلوه‌های حالت مورفین‌زدایی را آشکار می‌سازد.

به منظور تعیین محل دریافت‌کننده‌های مخدر درون مغز روان زیست‌شناسان به یک روش خاص رادیو اکتیو روی آورده‌اند. هنگامی که مورفین یا نالاکسون با یک ماده رادیو اکتیو همراه باشد ردیابی آن درون بدن انجام شدنی است. لذا حیوان مورد آزمایش را ساعاتی پس از تزریق، قربانی می‌کنند و مغزش را درون شمارنده رادیو اکتیو قرار می‌دهند. در این حالت قسمت‌هایی از مغز که نالاکسون

این مقاله به کتابهای شیمی سال چهارم دبیرستان آموزش بازرگانی و حرفه‌ای کودکیاری و سال چهارم علوم تجربی - ریاضی و فیزیک مربوط است.

## آندورفینها

ترجمه و تلخیص:  
مهندس هوشنگ گودرزی

اکتیو را جذب کرده‌اند و بیشترین شمارش را نشان داده‌اند با محل تقریبی دریافت کننده‌های مورفین انطباق دارند، به طوری که ملاحظه می‌شود علیرغم ظرافت تکنیک، ارائه دلیل کاملاً ساده است.

مواد مخدر همانند بیشتر مواد شیمیایی تا حد معینی روی غشاء سلولی بدن پیوند می‌خورند. این دریافت کننده‌های غیر ویژه همانند مأمورین دو جنبه‌ی جای دریافت کننده‌های حقیقی را می‌پوشانند. برای رفع این مشکل در ابتدا لازم بود روشی ارائه شود که تنها دریافت کننده‌های ویژه مواد مخدر بتوانند مورفین و یا نالاکسون رادیو اکتیو شده را جذب کنند.

کاندیس پرت و سالامون اسنیدر<sup>۱</sup> از دانشکده پزشکی دانشگاه جان هاپکینز ابتدا موفق به جدا کردن دریافت کننده‌های حقیقی از دریافت کننده‌های بدلی شدند.

در روش آنان فقط غلظت‌های ناچیزی از داروهای رادیو اکتیو تزریق می‌شد. این پیشرفت‌های غیرمنتظره سریعاً به دو کشف کلیدی منتهی شد. نخست اینکه دریافت کننده‌های مورفین در دو ناحیه مشخص مغز قرار دارند. یکی سیستم حاشیه‌ای که در واکنش‌های احساسی دارای اهمیت است و دیگری تالاموس میانی که ایستگاه عبوری شوک‌های دردآور است. در این روش پذیرفتن درد وسیله مغز و واکنش نسبت به آن، هر دو قابل توضیح هستند. درد می‌تواند به طور مؤثری از طریق پیوند مجدد در تالاموس میانی قطع شود و واکنش‌های احساس نیز در سطح آمیگدال سیستم حاشیه‌ای که حاوی بیشترین تراکم دریافت کننده‌های خواب‌آور مغز است تغییر می‌یابد.

دو اینجاریوان زیست شناسان با معمای بی‌پاسخ در جهان هستی روبرو شده‌اند و آن اینکه چرا مغز باید دارای دریافت کننده‌هایی باشد که برای جای دادن مورفین که محصولی

از شیره تریاک است، طراحی شده باشد؟ دانشمندان در پی این هستند که مواد شیمیایی شبه مخدری را که به طور طبیعی ایجاد می‌شوند، جدا کنند.

تقریباً در همین زمان دو محقق از دانشگاه آبردین<sup>۱</sup> اسکاتلند با بهره‌گیری از این حقیقت که مخدرها مانع از انقباض ماهیچه‌های صاف معینی در بدن بیشتر ارگانسیم‌ها می‌شوند اقدام به تصحیح روشهای آزمایشی خود کردند (عمل ضد اسهالی نارکو تیک<sup>۲</sup> پارگوریک مبتنی بر این خاصیت مخدرها است). آنان دریافتند که روده‌های کوچک هندی و مجرای دفرنس موش (بخشی از سیستم تناسلی نر که اسپرم را از بیضه‌ها بیرون می‌برد) به نسبت قدرتشان به وسیله مخدرها بازداشته می‌شوند. برای رسیدگی بیشتر اینکه آیا جواب منع کننده مربوط به دخالت مخدرها است، این دو محقق به طور روزانه از مخدر مخالف نالاکسون استفاده کردند. این حقیقت که وضعیت منع روده‌ای کوچک‌های هندی به وسیله نالاکسون برعکس می‌شد بالقوه تضمین کننده این امر بود که عمل با وساطت یک مخدر انجام پذیرفته است.

در دسامبر ۱۹۷۵ دو دانشمند شیمی اعصاب اهل اسکاتلند به نامهای جان هاکس و هانس<sup>۳</sup> کوسترلیتز فرمول مولکولی دو ماده شبه مورفین را که از مغز خوگ استخراج کرده بودند به چاپ رساندند. این مواد که انکفالین<sup>۴</sup> گفته می‌شوند شامل یک رشته پنج آمینو اسیدی هستند که فقط در جزء ترکیب کننده نهایی فرق دارند (لوسین و متیونین).<sup>۵</sup> به همین لحاظ لوسین انکفالین و متیونین انکفالین نامیده می‌شوند.

تقریباً در همین زمان گروه تحقیقاتی دیگری در دانشگاه استنفورد فعالیت ساده مخدر مشابهی را که از عصاره غدد هیپوفیز موش وجود دارد کشف کردند. ده سال قبل از آن نیز یک محقق از دانشگاه کالیفرنیا ترکیب

آمینواسید ۹۱ را که بتالیپروپروستین گفته می‌شود کشف کرده بودند.

تحقیقات بیوشیمیایی بیشتری که در اواسط سال ۱۹۷۷ به عمل آمده آشکار ساخت که بتالیپروپروستین خود قسمتی از یک مولکول زوج بزرگتر به نام پرواوپیکورین<sup>۶</sup> است که علاوه بر این ماده در بردارنده هورمون آ-سی - تی - اچ<sup>۷</sup> نیز است. در این مرحله فرضیه آغاز به رشد کرد. آ-سی - تی - اچ یک هورمون وابسته به فشار روحی بوده به هنگام احساس درد، شدیداً آزاد می‌شود. به نظر معقول می‌نماید که آزاد شدن آ-سی - تی - اچ را با آزاد شدن یک آندورفین به هم پیوسته کنیم. در این مسیر این دو هورمون با یکدیگر عمل کرده در مقابل تحریکات فوق‌العاده دردناک، یک نقش حفاظی را ایفا خواهند کرد.

برخی محققین زیاد شدن مقدار آ-سی - تی - اچ و بتا اندورفین را که متعاقب شکستگی عمومی ناگهانی استخوان در موشهای جوان نر اتفاق افتاده بود ملاحظه کردند. برخلاف نظر دکتر گیلین<sup>۸</sup> برنده جایزه نوبل ۱۹۷۷ در رشته پزشکی و فیزیولوژی متراکم پلاسمایی - و بلغمی آ-سی - تی - اچ و بتا اندورفین‌ها لزوماً و موازی با این شرایط تجربی تغییر می‌نمایند.

روان زیست شناسان در حالی که با این یافته‌های تحقیقی برانگیخته شده بودند به بسط یک فرضیه آندورفین در مورد درد اقدام کردند.

(به علت اثرات حاصل از ترکیب سلولهای دریافت کننده خاص و هورمون عصبی گردنده به عقیده اکثر روان زیست شناسان

آندورفین‌ها را می‌توان ناقل‌های عصبی نامید) به ادعای استیتوسیدنی آدن فرند پپتیدهای آندورفین یک سیستم کامل جدید عصبی در مغز، احشاء و سایر قسمت‌ها در دست کشف هستند.

روان زیست شناسان سال ۱۹۷۷ را به تلاش در جهت اصلاح استنباط خود از دریافت درد و چگونگی تأثیر آن از آندورفین‌ها سپری کردند. در دانشگاه کالیفرنیا در سانفرانسیسکو جراحان اعصاب برای تسکین دردهای مداوم و مزمن الکترودهای تحریک کننده‌ای در ناحیه‌ای از ساقه مغزش بیمار قرار دادند. بیماران می‌توانستند به هنگام احساس درد، تحریک کننده‌ای را که به اندازه یک سیگار بود به کار بیاورند و درد را متوقف کنند. پس از به کار افتادن این دستگاه‌ها همه این بیماران از دردهای مداوم، مکرر و هیجان نسبت به دیگران احساس تسکین کردند. به خاطر اطمینان از اینکه تسکین حاصل در اثر خوش باوری و یا فریب نیست ابزار مورد استفاده یکی از بیماران با تحریک کننده‌ای فاقد باطری تجهیز گردید. بیمار که یک خانم پنجاه و یک ساله مبتلا به سرطان بود ضمن رنج بردن شدید از درد پشت گزارش داد که درد او بازگشت کرده و تحریک کننده‌اش از کار افتاده است؛ با جایگزینی باطری نو با باطری کهنه بلافاصله مشکل درد این خانم رفع گردید.

در این مرحله جراحان نسبت به تزریق نالاکسون ضد مخدر درون سیاهرگ بیماران اقدام کردند. از شش بیمار تحت آزمایش، پنج تن از آنان بازگشت آنی درد را گزارش کردند (در این بیماران یک اثر جنبی آزار دهنده

ملاحظه شد که محققین را از افزایش و یا تکرار نالاکسون دل‌سرد کرد). در هر یک از این موارد نتیجه روشن بود: تحریک الکتریکی موجب تسکین بیشتر درد می‌شد و با تزریق نالاکسون ضد مخدر اثر عکس مشهود بود. هنگامی که نالاکسون قبل از تحریک الکتریکی داده می‌شد بی‌اثر و گویای این بود که تحریک به طور عادی موجب آزاد شدن یک مخدر طبیعی (که به تسکین منتهی می‌شد) است که بعداً می‌تواند به وسیله نالاکسون از دریافت کننده‌های مخدر جایگزین شود (منتهی به بازگشت درد). از اینجا سایر محققین توجه خود را به جانب اثر احتمالی آندورفین بر انجام طب سوزنی معطوف داشتند.

طب غربی از گذشته‌های دور اثرات مفید تسکینی تحریک شدید نقاط ماشه‌ای بدن را شناخته است. بیماران مبتلا به آرتروز یا اسپاسم‌های ماهیچه‌ای غالباً وقتی در ناحیه درد مورد کاربرد سوزن‌های خشک، سرمای شدید، حتی تزریق آب نمک قرار می‌گیرند، تسکین می‌یابند. تسکین‌های پایاتر نیز با استقرار سوزنهای مخصوص طبی و گاهی همراه با گذر جریانهای ضعیف الکتریکی از طریق این سوزنها حاصل می‌شود.

روان زیست شناسان سالها موفقیت طب سوزنی را بر اساس فرضیه‌ای به نام «فرضیه درجه بزرگ» انتقال درد توضیح می‌دادند. این فرضیه در اساس مکانیسم‌هایی را در نخاع شوکی پیشنهاد می‌کند که مانند یک درجه عمل کرده می‌تواند تکانه‌های عصبی را که از رشته‌های عصبی محیطی سرچشمه می‌گیرند کم و یا زیاد کند. در این روش محرکهای دردناک می‌توانند قبل از صعود به جانب مناطق بالاتر مغز تعدیل گردند. بعلاوه این درجه به طور قابل ملاحظه‌ای به وسیله تارهایی که از کورتکس مغزی (مخ) پایین می‌آید متأثر می‌شود (بنیان اعتقادی بعضی از مردم مبنی بر تسکین درد). این تئوری پیشنهاد کننده این

است که تکانه‌های درد حاصله از قسمت‌های پایین نخاع شوکی در نقاط متوالی سرتاسر راهی که به تالاموس ختم می‌شود یعنی جایی که ابتدا درد در آن تجربه می‌شود تعدیل می‌گردد. در این مدل وقوع درد هنگامی است که سطح تکانه‌های عصبی وارده به حد مشخصی رسیده باشد.

با وجود وضوح این تئوری به عنوان یک مدل توضیحی خیلی از روان زیست شناسان آن را راضی کننده نمی‌دانند، مثلاً سؤال می‌کنند، مکانیسمی که موجب می‌شود درد قبل از رسیدن به سطوح بالاتری در سیستم عصبی قطع گردد چیست؟

برای وقوف به این ماجرا دکتر پومرانز<sup>۱</sup> فیزیولوژیست اعصاب دانشگاه تورنتو کانادا روش طب سوزنی را برای بیهوش کردن گربه به کار گرفت. او پس از سنجش پتانسیل الکتریکی در نرون‌های پشتی گربه اقدام به سوزن زنی آنها همراه، با تحریک الکتریکی با ولتاژ پایین نمود. پس از بیست دقیقه تکانه‌های مربوط به درد متوقف شدند. تزریق نالاکسون ضد مخدر به طور ناگهان وقفه حاصل از تکانه‌های دردی سوزن زنی را وارونه کرد. پومرانز چنین فرض می‌کند که سوزن زنی هیپوفیز را تحریک کرده مسدوداری از آندورفین‌های آن آزاد می‌سازد. برای اثبات اثر ویژه سوزن زنی پومرانز روش «دروغین» را که در آن سوزن‌ها در نقاط غیر کلاسیک سوزن زنی جای داده می‌شوند، عمل کرد. در این روش هیچگونه تغییری در انگیزش عصبی نرون‌های نخاع شوکی ایزوله شده حیوان مشاهده نشد. در بررسی مشابهی که در دانشگاه واشینگتن بر روی انسان انجام شد دریافت درد تاسی درصد کاهش یافت. این تأثیر نیز به طور کامل با کاربرد ماده ضد مخدر از میان برده شد.

حاصل این بررسی‌های مستقل و در عین حال دارای مناسبات مشترک آشکار می‌سازد

کسه یک سیستم طبیعی درد درون بدن موجود است که مغز و هیپوفیز اصالت اساس آن را به عهده دارند. مغز در جواب محرک‌های دردآور مخدرهای خود را تولید و آزاد کرده در سرتاسر نقاط معبر درد که از نخاع شوکی شروع شده به تالاموس خاتمه می‌یابد به حرکت درمی‌آورد (درد به طور مؤثری به وسیله آندورفین‌های طبیعی یا مخدرهای ساخته دست انسان برطرف کردنی است) این تهید نیز در بین سایر فیزها مدل احتمالی را برای اعتیاد به دارو فراهم می‌سازد.

بر اساس اصول پس خوردگی وجود مازاد یک ماده شیمیایی عصبی منجر به ارسال چنین پیامی برای سلول دریافت کننده می‌گردد «ما به اندازه کافی آندورفین داریم. ماشین آندورفین را متوقف سازید.» هم اکنون نظر بر این است که داروهایی مانند هروین احتمالاً اثر مشابهی را اعمال می‌کنند. ابتدا هروین دریافت کننده آندورفین طبیعی را تحت اشغال خود می‌گیرد و لذا آندورفین طبیعی کمتری تولید می‌شود و نهایتاً ممکن است تولید آن به صفر برسد. شاید این امر بتواند مشکلات غیر عادی معتادان را به هنگام ترک اعتیاد توضیح دهد. در این موقعیت معتادان به معنی واقعی از کمبود آندورفین طبیعی در رنجند. بدن واکنشهای مشابه چندی را بین دارویی که مصرف می‌شود و انقطاع تولید سیستم برای عرضه یک هورمون نشان می‌دهد. اگر برای مدتی طولانی عصاره تیروئید به بدن کسی وارد شود کار غدد تیروئید با علامت دهی به تالاموس برای توقف تولید هورمون تیروئید (TSH) تعطیل می‌شود. نهایتاً ممکن است تولید هورمون تیروئید کلاً متوقف شده بیمار به طور کامل با قرص‌هایی که به او داده می‌شود وابستگی حاصل کند (معتاد تیروئیدی).

مطالب زیادی درباره توصیه یک ثوری پس خوردگی اعتیاد وجود دارد. فرض کنید هر کس در دنیا به طور ژنتیکی از سطح معین از

آندورفین‌های مختلف برخوردار است که بعضی از آنها شناخته شده و بعضی دیگر در انتظار شناخته شدن هستند. هم چنین فرض کنید با وجودی که مقدار آنها ممکن است از شخص به شخص دیگر فرق کند متوسط آن‌ها در یک فرد به خصوص از روزی به روز دیگر ثابت باشد. حالا اگر مقداری هروین یا مخدر دیگر روزانه به این شخص داده شود در پاسخ به آن ماشین آندورفین بدن با اشغال شدن کامل دریافت کننده‌هایش با مخدر ارائه شده از کار می‌افتد و نهایتاً استعداد بدن برای تولید مخدرهای طبیعی (آندورفین‌ها) لطمه می‌بیند. و اگر مصرف دارو به مدتی طولانی ادامه یابد اعتیاد دائمی حاصل می‌شود.

هدف بررسی‌های در حال انجام دانشگاه جان هاپکینز و انستیتوی ملی بهداشت گسترش روشهای بهتر جهت پی‌جویی و تعقیب تغییرات تراز آندورفین در معتادان است. چنانچه این تغییرات قابل ردیابی باشند نظریه‌های پیشین که اعتیاد را مانند بیماریهای متابولیکی چون دیابت می‌دانستند تأیید خواهند شد ولی مقدم بر اینها بایستی چند مسئله فنی پاسخ داده شود.

مطالعات انجام شده گویای این است که تراز آندورفین در مایع ستون فقرات (که سهل‌الحصول‌ترین مقدار ترازهای آندورفین مغز را فراهم می‌کند) بسیار پایین بوده ردیابی آن به آزمایشهای بس دقیق نیازمند است. به خاطر فراهم ساختن امکانات برای آزمایشهای دقیق‌تر آینده، فعلاً آزمایشگاه‌های چندی در حال ذخیره مایع ستون فقرات بیماران گوناگون هستند. فهرست دهندگان مایع علاوه بر معتادان شامل بیماران مبتلا به دردهای غیر قابل ردیابی و یا فاقد احساس درد نیز هست.

عده دیگری از محققین نیز مشغول مطالعه نقش محتمل آندورفین‌ها در حالات عاطفی ما هستند. از آنجا که حداکثر تسراکم در یافت کننده‌های مخدر در سیستم حاشیه‌ای ما قرار

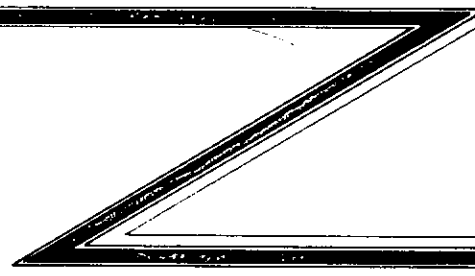
دارند، آیا ناهنجاریهای آندورفین می‌تواند در اشکال معینی از بیماری‌های روانی نقش داشته باشد؟

دکتر اسنیدر<sup>۱</sup> می‌گوید: «شاید قسمت‌هایی از مغز همانند بادامک ترشح عادی آندورفین‌ها در موقعیت‌های ناامیدی و ضایعات همانند یک تونیک (تقویت کننده) در بدن عمل می‌کنند.» آیا در موارد افسردگی مقدار این تونیک ناکافی است؟ تاکنون در زمینه ارتباط آندورفین‌ها و افسردگی بررسی‌هایی به عمل نیامده است، اما، نشانه‌های موجود گویای روابطی بین آندورفین‌ها و شیروفرنی‌ها است. دکتر کلین<sup>۲</sup> که یکی از پایه‌گذاران روان داروشناسی<sup>۳</sup> جدید است در فاصله بین ژوئن تا دسامبر ۱۹۷۷ نتایج آزمایش خود را به چاپ رسانید که در آن بتا آندورفین روی چهارده بیمار روانی به کار برده شده بود.

کلین در کنفرانس بین‌المللی آندورفین‌ها و بررسی بهداشت روانی که در ژانویه ۱۹۷۸ در سن‌ژوان پورتوریکو تشکیل شد نتایج کار خود را مشروحاً ارائه داد. او گفت: «نوسان اثرات معلوم و پایدار در این بیماران از شیروفرنیک تا آگروفوبیک<sup>۴</sup> (ترس از فضاهای خالی و اجتماعات) متغیر است.»

کلین اظهار داشت. «در ۹ میلی‌گرم یعنی در اولین تراز جواب درمانی باز ایستادیم. ما می‌دانیم که اگر صد یا دویست میلی‌گرم به یک شیروفرنیک داده بودیم، برگشته و می‌گفت: کجاست جهنمی که پانزده سال اخیر را در آن بودم؟»

سایر محققین به این کار روی خوش نشان نمی‌دهند. با وجودی که ابداعات کلین در گذشته (ارائه مسکن ریزرپین<sup>۵</sup> و داروی ضد



افسردگی مونوآمین اکسیداز) موجب کسب احترام برای وی در بین همکاران جهانشی شده گروهی از محققین هم اکنون کار او را مورد حمله قرار داده می‌گویند تزریق آندورفین نا به هنگام و غیر قانع کننده بوده است. آنان به کاری که قبلاً در سوئد انجام شده و طی آن دو نفر محقق توهمات شیزوفرنیک‌هایی را که روزهای معین نالاکسون به آنان داده شده بود اعلام کرده بودند، اشاره می‌کردند. این کار مبتنی بر وجود مواد آندورفین مانند در مایع نخاعی چهار مبتلا به شیزوفرنیک و سه مجنون مانیک دپرسیو<sup>۱</sup> بود. وقتی این بیماران در اثر دارو درمانی بهبودی‌هایی یافتند مواد آندورفین مانند زایل گردید. از این جا بود که دانشمندان اظهار داشتند که ناراحتی‌های روانی بیماران ممکن است مولود زیادی ترشح اجباری مخدر خود باشد. اگر این فرضیه درست باشد بلافاصله درمان تزریق نالاکسون ضد مخدر مورد پیشنهاد قرار می‌گیرد تا ترجیحاً نقاط دریافت کننده‌های آندورفین را مورد اشغال قرار دهد.

دستیابی به یک دردزدای غیر اعتیادآور موجب آسایش خاطر پزشکان در امر تجویز دارو برای تسکین دردها خواهد بود. یکی از مشکلات استفاده از مواد مخدر معمولی به عنوان دردزدا این است که مواد مزبور که در ابتدا به خاطر تسکین درد به کار می‌روند، همزمان موجب احساس نشاط و خوشی نیز می‌شوند. به این ترتیب به آسانی می‌توان مفهوم شوخی ناتان کلین را دایر بر «یک لذت به جای یک درمان» متوجه شد.

سابقه اثرات نشاط‌آور مخدرها و به طور همانند تمام آندورفین‌هایی که تا کنون کشف

شده‌اند، حداقل به عصر یونان باستان باز می‌گردد. هومر در «ادیسه» گرفتاری سوزناک تلماکوس را شرح داده می‌گوید: «هلن به وی دارویی داد که با استفاده از آن رنج فقدان را تحمل کند.» تاریخ پر از نمونه‌های دیگری است که از مخدرها به عنوان وسیله فرار از جنگ شرایط بی‌معنی و یا غیر قابل تحمل استفاده شده است.

وجود یک مخدر غیر اعتیادآور می‌تواند موجب قطع این اوضاع شده پزشکان را قادر سازد بدون ترس از بروز ناراحتی‌های وحشتناکتر به تجویز آزاد آن اقدام کنند. یکی از امیدهای دستیابی به چنین ماده‌ای، امکان ساخت مخدرهایی است که ترجیحاً به معایر درد مربوط بوده، جذباتشان در دریافت کننده‌های مخدر در سیستم حاشیه‌ای ناچیز باشد. با این حال هنوز کسی حتی به امکان رسیدن به این شعبده‌بازی شیمی عصبی هم دست نیافته است.

اما اگر آندورفین‌ها به امیدی که به آنها بسته شده، حتی جزئی جامعه عمل بپوشند، اثراتشان قابل ملاحظه خواهد بود. در آن حالت آنها می‌توانند با اطمینان و بدون صدمه بیشتر، درد میلیون‌ها انسان را تسکین بخشند. آنها می‌توانند میلیون‌ها معتاد را نجات داده، خانواده و اجتماع آنان را از پیامدهای شوم این بدبختی رها سازند. آنها می‌توانند در امر رهایی از بیماری‌های روانی مفید واقع شوند. می‌توانند به طور قابل ملاحظه‌ای در کاهش جنایات شهرهای بزرگ جهان که دلیل اصلی آنها نیاز معتادان به دزدی جهت تهیه ماده مخدر است، مؤثر واقع شوند. اینها فقط بخشی از اثرات پیشنهادی است که آندورفین‌ها می‌توانند بر جامعه ما داشته باشند.

با توجه به اینکه در گذشته نظریه‌های کار کردی مغز وسیله روان زیست‌شناسان ناآگاه از وجود آندورفین‌ها تهیه می‌شد، اینک باید دانشمندان مغز دریافت‌های خود را در جهت

انطباق با واقعیات حضور یک سیستم شیمی عصبی دوباره سازی کنند.

بررسی آندورفین‌ها با همه داده‌ها و کاربردهای جدیدی که برای آیسند و عده می‌دهند، در سه سال اخیر انجام شده است. به این ترتیب ما نباید جلوی انتظارات خود را باز گذاشته قربانی تندروریهای نامعقول باشیم، توصیه عده‌ای از محققین، توأم کردن اشتیاق با احتیاط است.

کندیس پرت<sup>۱</sup> می‌گوید: «تا کنون ما احتمالاً فقط چهل درصد یاخته‌های مغز انسان را نگریسته‌ایم. من میل دارم قدری بیشتر درباره شصت درصد مانده نیز بدانم، آنگاه برای مسایل پیچیده‌ای چون اعتیاد و درد جواب بیابم.» او می‌افزاید: «دانسته‌های ما درباره مغز از مجهولات ما در این باره خیلی کمتر است. آنچه را در این باره نمی‌دانیم شگفت‌آورتر و جالب‌تر است، از آنچه که می‌دانیم»

- Etorphin
- naloxone
- condace B. Pert and salomonsnyder
- ۱ - Aberdeen
- ۲ - narcotic paragoric
- ۱ - John Hughes and Hans Kosterlits
- ۲ - enkephalin
- ۳ - Leucine and methionine
- ۴ - beta - Lipoprotein
- ۵ - pro - opiocortin
- ۶ - ACTH
- ۱ - Dr. Roger Guillemin
- ۲ - Roche Institues Sideney udenfriend
- ۱ - Dr. Solmon Snyder
- ۱ - Dr. Nathan Kline
- ۲ - Psypharmacology
- ۳ - Agrophobics
- ۱ - reserpine
- ۲ - monic - depressive
- ۱ - Candice Pert

# گندزداها و ضد عفونی کننده های شیمیایی

این مقاله به کتابهای شیمی سال چهارم دبیرستان آموزش  
 حرفه کوهگیاری و بهداشت محیط و سال چهارم علوم تجربی  
 ریاضی و فیزیک مربوط است.

## نمونه‌ای از کاربرد شیمی در دانش پزشکی

ترجمه و تنظیم: دکتر محمدحسین عزیزی

**مقدمه:** گندزداها (Antiseptics) موادی هستند که سبب کشتن میکروبها یا توقف رشد آنها می‌شوند. این اصطلاح در مورد ترکیبهایی استعمال می‌شود که بر روی «بافتهای زنده» به کار می‌روند. ضد عفونی کننده (Disinfectant) ماده‌ای است که با تخریب میکروبهای بیماری‌زا سبب جلوگیری از عفونت شده و به طور رایج به ماده‌ای که برای ضد عفونی کردن «اجسام بی‌جان» استفاده می‌شود، گفته می‌شود.

گندزداها و ضد عفونی کننده‌ها مصارف متعددی دارند. در پزشکی پیش از هر عملی اتم از یک تزریق ساده تا یک جراحی عمده از نوعی گندزدا استفاده می‌شود. این مورد برای جلوگیری از عفونت در هنگام جراحی برای شستشوی دستهای جراحان و پرستاران به کار می‌رود. لباسهای بیمارستانی، ملاقه‌ها، وسایل و ابزار پزشکی توسط این ترکیبها ضد عفونی می‌شوند و ساختمان بیمارستانها را با آنها شستشو می‌دهند. در قفسه دارویی منازل و در صابونهای ضدبو (deodorant) نیز مواد گندزدا یافت می‌شوند.

ضد عفونی کننده‌ها، در بهداشت عمومی نقش عمده‌ای را ایفاء می‌کنند و در پالایش آب به کار می‌روند. هم چنین به عنوان مسحافظ (Preservative) در ترکیبهای دارویی، مواد آرایشی و حتی محصولات غذایی به مصرف می‌رسند. علاوه بر این مصارف، گندزداها هنوز هم، علیرغم وجود داروهای ضد میکروبی عمومی در درمان بسیاری از عفونت‌های سطحی به کار می‌روند. عمل ضد میکروبی این مواد عمدتاً وابسته به غلظت، دما و زمان تماس است.

**تاریخچه:** قرن‌ها قبل از آنکه وجود میکروبها مورد توجه قرار گیرد، از مواد شیمیایی به منظور مهار فساد در زخم‌ها و گسترش بیماریهای مُصری، استفاده شده است. مُومیگران مصری از بین ادویه، روغنهای گیاهی و صمغ‌های گوناگون، مواد محافظ فوق‌العاده‌ای ساختند، که باقی ماندن اجساد مومیایی شده به نحو مطلوب، از این امر حاکایت می‌کند. در قوانین ایران باستان به مردم دستور داده بودند که آبهای آشامیدنی را در ظرفهای منسی شفاف نگهداری کنند.

عمل «نمک زدن»: «دود دادن» و افزودن ادویه به غذاها سابقه بسیار طولانی دارد. استفاده از سرکه و... در پانسمان زخم‌ها حداقل به عصر بقرات باز می‌گردد.

در قرن نوزدهم، ترکیبهایی به طور تجربی و به علت خاصیت میکروب کشی آنها به کار رفت، که برخی از آنها هنوز هم به کار گرفته می‌شوند. مثلاً «یُد» چند دهه قبل از شناختن علت فساد زخم‌ها (میکروبها) به کار رفته است. سمیل ویز (Semmelweis) میزان بروز «عفونت بعد از زایمان» را در یک بخش زایمان بیمارستانی در وین از ۱۰ درصد به یک درصد کاهش داد، او به دانشجویان پزشکی



دستور داد که قبل از معاینهٔ بیماران، دست‌های خود را با محلول‌های حاوی کلر بشویند.

به دنبال معرفی روش جراحی بدون عفونت (آسپتیک) توسط لیستر (Lister) در سال ۱۸۶۷ اهمیت ضدعفونی کردن پوست بیماران، دست‌های جراح، ابزار و محیط بیمارستان مورد توجه قرار گرفت. در اوائل قرن حاضر استفاده از مواد کشندهٔ میکروبها در پالایش آب‌های آشامیدنی و سالم‌سازی مخازن و ظروف گسترش یافت.

گندزداها و ضدعفونی‌کننده‌ها بسیار متنوعند. ذیلاً به مهمترین آنها اشاره شده است.

## ۱- اسیدها (Acids)

یون هیدروژن در pH حدود ۳ تا ۶ سبب توقف رشد باکتریها شده و در محیط pH کمتر از ۳ کشندهٔ باکتریها است. اسیدهای ضعیف محلول در چربی به دیواره باکتری‌ها رخنه کرده و غشاء سلولی آنها را تخریب می‌کنند، لذا اثر بیشتری نسبت به اسیدهای معدنی اعمال می‌کنند. از قدیم، اسیدها را به عنوان «محافظ» مواد غذایی به کار برده‌اند. هم‌اکنون تعدادی از اسیدها به عنوان عوامل گندزدا و قارچ‌کش (Fungicide)، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

الف) اسید بنزوئیک  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  از این ترکیب به نحو گسترده‌ای به عنوان یک محافظ مواد غذایی استفاده شده است. غلظت ۰.۱ درصد آن از رشد باکتریها و قارچها جلوگیری می‌کند (در محیط مختصر اسیدی). اسید بنزوئیک نسبتاً غیرسمی و تقریباً فاقد طعم است. مصرف روزانهٔ ۴ تا ۶ گرم آن سبب بروز علائم مسمومیت نمی‌شود، جز آنکه اندکی معده را تحریک می‌کند. مقادیر بیشتر سبب ایجاد علائم عمومی می‌شود.

بعد از خوردن، اسید بنزوئیک با گلیسین (Glycine) مزدوج شده و به صورت اسید هیپوریک (Hippuric) از ادرار دفع می‌شود.

اسید بنزوئیک به همراه اسید سالیسیلیک<sup>۵</sup> (Salicylic acid) به صورت داروی ضدقارچ پوستی به کار می‌رود. اسید بنزوئیک را می‌توان در غلظت‌های بالا؛ بر روی پوست به کار گرفت.

ب) اسید بوریک<sup>۶</sup> ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )

عمدتاً سبب توقف رشد میکروبها می‌شود، اما عمل آن خیلی کند است. در حال حاضر به دلیل وجود گندزداهای قوی‌تر مصرف آن کمتر توصیه می‌شود.

ج) اسید لاکتیک<sup>۷</sup> ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$ )

اسید لاکتیک کمتر از اسید استیک فرار است، لذا محلولهای موضعی آن به مدت طولانی‌تری بر روی پوست و... باقی می‌ماند.

در امریکا از اسید لاکتیک به عنوان یک مادهٔ کشنده اسپرم (spermicide) در غلظت ۱ تا ۲ درصد استفاده می‌شود. هم چنین به طور گسترده‌ای به عنوان یک گندزداي مسلام مصرف می‌شود.

بعضی اوقات از محلول ۱۰/۵ درصد اسید لاکتیک برای سرکوب باکتری‌های بیماری‌زای پوست در نوزادان استفاده شده، تا میزان عفونت را کاهش دهد. در صورت تماس طولانی، اسید لاکتیک می‌تواند برای بافت‌ها سوزاننده باشد.

از غلظت ۱۶/۷ درصد اسید لاکتیک در ترکیبی به همراه اسید سالیسیلیک برای برداشتن زگیل‌ها و تومورهای پوششی خوش‌خیم استفاده شده است.

د) سایر اسیدها: اسید پروپیونیک (propionic)، سالیسیلیک (salicylic) و اندسیلینیک (undecylenic)<sup>۸</sup> به عنوان

داروهای ضدقارچ در پوست استعمال می‌شوند.

## ۲- الکلها (Alcohols)

الکل‌های آلیفاتیک (Aliphatic) به درجات متغیری سبب کشتن میکروبها می‌شوند، که تقریباً با میزان حلالیت آنها در چربی متناسب است. (به صورت لگاریتمی) لذا قدرت آن با طول زنجیره تا حد آمیل (Amyl) افزایش می‌یابد، از آن به بعد به علت تشکیل میسل (Micelle) موجودیت الکل آزاد محدود می‌شود. شاخه‌دار شدن و افزودن گروه‌های اضافی هیدروکسیل (Hydroxyl) توان آنرا کاهش می‌دهد.

الف) اتانول (Ethanol)

اتانول یک داروی ضد میکروب با قدرت پایین است، اما در غلظت‌های مناسب کارآیی آن متوسط است. برای کلیه باکتریهای بیماری‌زای رایج کشنده است، اما برخی از انواع نادر زنده می‌مانند و می‌توانند در غلظت‌های حد نصاب آن رشد کنند. تاثیر اتانول به عنوان قارچ‌کش و ویروس‌کش قابل پیش‌بینی نیست و علیه اسپورهای خشک غیرفعال است. به نظر می‌رسد مکانیسم عمل آن رسوب پروتئین‌ها و حل کردن غشاهای چربی باشد.

مؤثرترین غلظت علیه استافیلوکوکها ۴۰ تا ۶۰ درصد است، اما عمل آن از اتانول ۷۰ درصد آهسته‌تر است. استفاده از اتانول بر روی پوست در عرض دو دقیقه تقریباً ۹۰ درصد میکروبها را می‌کشد، مشروط به آنکه در طی این مدت ناحیه مزبور مرطوب نگهداشته شود. در غلظت‌های بالاتر از ۸۰ درصد کارآیی اتانول کاهش می‌یابد. فعالیت میکروب‌کشی سایر مواد مانند

کلروهگزیدین، ید، یدوفورها، ترکیبهای آمونیم چهارگانه و هگزاکلروفن به توسط اتانول افزایش می‌یابد.

همچنین اتانول را می‌توان با «استون» مخلوط کرد تا یک گندزدای مؤثر و مخلوط پاک‌کننده ایجاد شود.

استفاده کم از اتانول ۷۰٪ بروی پوست ضایعه‌ای ایجاد نمی‌کند، اما در تماس طولانی اتانول سبب تحریک پوست می‌شود. به علت سرداشته شدن چربی پوست، استفاده مکرر از اتانول سبب خشکی و پوست‌درد شدن آن می‌شود. گاهی تحریک در اثر مواد تقلیب‌کننده اتانول است.

استفاده از اتانول در زخم‌ها و سطوح جریحه‌دار نه تنها ضایعه را زیادتر می‌کند، بلکه به علت ایجاد دلمه، میکروبها در زیر آن می‌توانند باقی بمانند. لذا از اتانول نباید در ضایعات باز استفاده کرد.

از اتانول عمدتاً برای پیشگیری عفونت، قبل از انجام تزریقات و اعمال جراحی کوچک (به صورت اتانول ۷۰ درصد) استفاده می‌کنند. آئروسول اتانول ۷۰٪ به نظر می‌رسد که در ضدعفونی کردن وسایل تنفسی مفید باشد.

(ب) ایزوپروپانول (isopropanol):

قدرت میکروب‌کشی ایزوپروپانول در غلظت‌های بالاتر از ۷۰ درصد، از اتانول اندکی بیشتر است. ایزوپروپانول در شکل رقیق نشده نیز مؤثر است. ایزوپروپانول سبب اتساع رگها در سطح مورد استفاده شده، لذا در محل تزریقات و برشها؛ احتمال خونریزی به نسبت اتانول بیشتر است. ایزوپروپانول سبب زدودن چربی پوست و خشکی آن می‌شود و بیش از اتانول محرک است. بوی آن از اتانول زننده‌تر است. ایزوپروپانول به صورت

محلول ۷۰٪ تا ۱۰۰٪ به کار می‌رود. از ایزوپروپانول به عنوان حامل در سایر ترکیبهای کشنده میکروبها استفاده می‌شود، که کارآیی آنها را افزایش می‌دهد. (ج) سایر الکلها:

از بنزیل الکل (Benzyl Alcohol) زمانی به عنوان ماده گندزدا استفاده می‌شد، اما در حال حاضر از آن عمدتاً به عنوان محافظ استفاده می‌شود.

اگرچه «Octoxynol» و «Nonoxynol» دارای خواص گندزدایی هستند اما فقط به عنوان اسپرم‌کش از آنها استفاده می‌شود.

### ۳- آلدئیدها (Aldehydes)<sup>۱۱</sup>

چندین نوع از آلدئیدها دارای فعالیت میکروب‌کشی، انهدام اسپورها و ویروسها هستند. آلدئیدها در غلظت‌های پایین؛ نوعی عمل سمی بر روی سلولها منجمله میکروبها اعمال می‌کنند. در غلظت‌های بالاتر سبب رسوب پروتئینها می‌شوند.

#### (الف) فرمالدئید (Formaldehyde)<sup>۱۲</sup>:

علیه باکتریها، قارچها و ویروسها مؤثر است، اما عمل آن کند است. در غلظت ۰/۵ درصد برای کشتن باکتریها ۶ تا ۱۲ ساعت وقت لازم است. برای انهدام اسپورها به ۲ تا ۴ روز زمان نیاز دارد. حتی در غلظت‌های ۸٪ برای کشتن اسپورها به ۱۸ ساعت وقت احتیاج است. فرمالدئید با موادالی تداخل می‌کند. آلدئیدها توسط پروتئین غیرفعال می‌شوند، لذا برای جبران این کاهش مقدار زیادتری از آن باید به کار رود. در غلظت‌های مناسب سبب رسوب پروتئینها می‌شود. در غلظت ۲ تا ۸ درصد به عنوان کشنده میکروبها برای ضدعفونی کردن اشیاء (مانند ابزار جراحی و دستکش) ۸٪ در الکل (ایزوپروپانول ۶۵ تا

۷۰٪) استفاده می‌شود.

فرمالدئید را نمی‌توان با اطمینان بر روی مخاطهای بدن یا اکثر نقاط پوست، در غلظتی که برای کشتن سریع میکروبها لازم است، به کار برد. لذا از فرمالدئید ندرتاً به عنوان «گندزدا» استفاده می‌شود. خواص فرمالدئید سبب شده است که از آن برای ضدعفونی کردن دستگاه کلیه مصنوعی (همودیالیز) و ابزار درون بین بدن (اندوسکوپها)<sup>۱۳</sup> استفاده شود. از خاصیت رسوب دهنده پروتئین توسط فرمالدئید در تثبیت نمونه‌های بافتی و تغییر سموم میکروبها در واکنشها استفاده می‌شود. تغییر پروتئینهای بافتی به علت فرمالدئید، سبب مسمومیت موضعی و واکنشهای حساسیتی می‌شود. تماس مکرر با این محلولها می‌تواند سبب التهاب پوست (شبهه اگزما) شود.

#### (ب) گوتارآلدئید (Glutaraldehyde)

گوتارآلدئید به عنوان یک عامل سترون‌کننده (استریل‌کننده) بر فرمالدئید برتری دارد. گوتارآلدئید علیه کسلیه میکروارگانیزمها منجمله ویروسها و اسپورها مؤثر است. فراریت آن از فرمالدئید کمتر است. لذا بخار بسوی کمتری ایجاد می‌کند، اما می‌تواند باعث التهاب پوست شود.

گوتارآلدئید در محلولهای خنثی یا قلیایی پولیمریزه می‌شود. محلول پایدار شده توسط اسید، نه تنها پلی‌مریزاسیون را کندتر می‌کند، بلکه سبب می‌شود که اسپورها در عرض ۲۰ دقیقه نابود شوند. محلولهای اسیدی و قلیایی گوتارآلدئید برای بیشتر وسائل جراحی و ابزار درون بین بدن (اندوسکوپها) آسیب رسان نیست. لذا به عنوان ماده استریل‌کننده برای اندوسکوپها بر عواملی مانند «یدوفورها» و «هگزاکلروفن» برتری دارد.

#### ۴ - هالوژنها و ترکیبهای هالوژندار<sup>۱۱</sup>

در نخستین دهه قرن بیستم، کلر به نحو گسترده‌ای به منظور ضد عفونی کردن آب آشامیدنی به کار رفت. در جنگ جهانی اول از ترکیبهای کلردار به طرز وسیعی در طب و جراحی استفاده شد اما امروزه این ترکیبها عمدتاً در سالم سازی به کار می‌روند.

الف) کلر:<sup>۱۵</sup> کلر عنصری یک عامل قوی کشنده میکروب است. عمل باکتری کشی کلر در pH ۶، ده بار بیش از pH ۹ می‌باشد. در pH ۷ غلظت کلر لازم برای کشتن بیشتر میکروبها در عرض ۱۵ تا ۳۰ ثانیه، بین ۰/۱ تا ۰/۲۵ پی پی ام (قسمت در میلیون)<sup>۱۶</sup> متغیر است. اما عوامل مؤثر مثل به طور اختصاصی به کلر مقاومت، و برای کشتن آنها غلظتی معادل ۵۰۰ برابر لازم است. کلر سبب کشتن قارچها، پروتوزوئرها و ویروسها می‌شود.

کلر، عنصری است که میل ترکیبی آن زیاد بوده و لذا می‌تواند با مواد آلی به شدت واکنش دهد. برای ضد عفونی کردن آب نسبتاً خالص، افزودن ۰/۵ پی پی ام کلر کافی است. در آب آلوده ندرتاً ۲۰ پی پی ام کلر کفایت می‌کند. کلر عنصری هیچگونه مصرف پزشکی ندارد. مصرف عمده آن در تصفیه آب آشامیدنی است.

\* کلروفورها (chlorophors): به علت مشکلات حمل و نقل کلر به صورت گاز و به دلیل ناپایداری آب کلر، مصرف کلر به عنوان گندزدا محدود است. اما بسیاری از ترکیبهای را که به آهستگی اسید هیپوکلرو<sup>۱۷</sup> تولید می‌کنند، می‌توان برای ضد عفونی کردن اشیاء در جراحی به کار برد. چنین ترکیبهایی را «کلروفور» می‌نامند. محصول نهایی آنها اسید هیپوکلرو است. کارایی میکروب کشی این ترکیبها به سهولت و میزان آزاد شدن در آنها

وابسته است.

#### \* محلولهای هیپوکلریت:<sup>۱۸</sup>

— هیپوکلریت سدیم: برای مصرف بر روی بافتها، غلظت محلول هیپوکلریت سدیم حاوی ۴ تا ۶٪ NaClO زیاد است (بجز در عصب کشی دندان). این ترکیب کشنده باکتری‌ها، قارچها، پروتوزوئرها، ویروسها و اسپورها است.

هیپوکلریت سدیم توسط مواد آلی غیر فعال می‌شود. از هیپوکلریت سدیم برای نرم کردن بافتها و کمک به حل کردن آن و زائل کردن بوی بافت‌های مرده استفاده می‌شود. اما در همان زمان سبب تخریب لخته‌ها و تاخیر انعقاد می‌شود. هیپوکلریت سدیم برای پوست محرک است، مگر آنکه به سرعت شسته شود. از آنجا که محلول آن ناپایدار است، باید آن را به طور تازه تهیه نمود. محلولهای رقیق شده هیپوکلریت سدیم را می‌توان برای شستشوی زخم‌های آلوده و کهنه به کار برد. برای سترون سازی یا ضد عفونی کردن برخی از وسایل نیز از آن استفاده می‌شود. کلرامین و هیپوکلریت سدیم، کلر آزاد می‌کنند.

ب) ید: نخستین بار نتورید،<sup>۱۹</sup> به عنوان ماده‌ای گندزدا در سال ۱۸۳۹ توسط یک جراح فرانسوی به کار رفت و در جنگهای داخلی آمریکا در درمان زخم‌های جنگی مصرف شد. امروزه علیرغم موجود بودن گندزداهای مختلف، هنوز ید در بسین آنها ارزشمند است.

بقای ید به علت کارایی، اقتصادی بودن، و مسمومیت بافتی کم آن است.

ید: حلالیت ید در آب در pH ۷/۵ در حدود ۰/۱۵٪ است. حلالیت آن در اتانول ۷۰٪ چند بار بیشتر است. I<sub>2</sub> با I<sub>2</sub> ترکیب شده و ایجاد I<sub>3</sub> می‌کند مهذا بدون در نظر گرفتن غلظت کلی ید، غلظت ید به صورت آزاد (یعنی فرم فعال ید) نمی‌تواند از ۰/۱۵ درصد تجاوز کند. لذا

یون I<sub>3</sub> فقط بصورت ذخیره (یدوفور) که از آن I<sub>2</sub> آزاد می‌شود، موجود می‌باشد. چند نوع محلول پدیدار وجود دارد که در پزشکی کاربرد دارد. ید سبب کشتن باکتریها، اسپورها، قارچها، پروتوزوئرها، کیست‌ها و ویروسها می‌شود. در غیاب مواد آلی اکثر میکروبها توسط محلول ۰/۰۰۲٪ در ۱۰ دقیقه کشته می‌شوند، و با محلول ۱٪ در ۱۰ ثانیه نابود می‌شوند. کیست آمیب، ویروسهای روده‌ای و اسپورهای مرطوب به غلظت‌های ۱۵٪ در ۱ درصد یا کمتر حساس هستند. اما برای کشتن اسپورهای خشک، چند ساعت وقت (حتی با غلظت‌های بالاتر) لازم است.

#### ترکیبها

نتورید: حدوداً حاوی ۲٪ ید و ۲/۴ درصد یدید سدیم است، که در اتانول ۵۰٪ رقیق شده است. محلولهای آبی ید عبارت از: محلول قوی ید (محلول لوگل) و محلول موضعی ید است. اولی ۵٪ ید و ۱۰ درصد یدید پتاسیم و دومی ۲٪ و ۲/۴ درصد یدید سدیم دارد.

مسمومیت: در مقایسه با توان میکروب کشی ید، مسمومیت با آن در پوست سالم کاملاً اندک است. بیشتر سوختگی‌های ناشی از ید، در اثر نتور ۷٪ ید ایجاد شده است. اگر نتورید در سطوح باز به کار رود قویاً سبب سوزش می‌شود. اما محلولهای ید فقط سوزش کمی ایجاد می‌کنند.

در پاره‌ای از موارد ممکن است فرد به ید حساسیت بیش از حد نشان داده و استعمال مقادیر متوسطی از ید بر روی پوست او واکنش شدیدی ایجاد کند. معمولاً مرگ و میر از خوردن ید با مقادیری حدود ۳۰ تا ۱۵۰ میلی لیتر نتورید، ایجاد می‌شود.

موارد مصرف: استفاده اصلی محلول ید، در ضد عفونی کردن پوست است. و در این رابطه

احتمالاً ید بر هر ماده دیگری برتری دارد. بهترین شکل به کارگیری آن تننور است. ید را می توان در درمان زخم ها و خراشیدگی ها به کار برد. در مصرف آن بر روی یک بافت مجروح، محلول آن کمتر از تننور ایجاد تحریک می کند. در درمان عفونت های جلدی به علت باکتریها و قارچها؛ می توان از محلول یا تننورید استفاده کرد. ید را برای پالایش آب آشامیدنی نیز به کار می برند. افزودن ۵ قطره تننورید به هر لیتر (quart) \* آب نه تنها سبب کشتن آسیب می شود بلکه باکتریها را در ۱۵ دقیقه می کشد. بی آنکه طعم آب را نامطبوع کند.

یدوفورها (iodophors): یدوفور کمپلکس ضعیفی از ید است که با یک مولکول حامل که به صورت منبع آزادکننده ید عمل می کند، همراه است. این تعریف محلولها و تننورها با حامل آنها NaI را دربر می گیرد. اما در استعمال رایج به ترکیباتی محدود می شود که در آن حامل خنثی یک ترکیب آلی است. حامل آلی، انتشار و نفوذ آن را افزایش می دهد.

پویدون - ایوداین<sup>(۲۱)</sup> (محلول بتادین): I<sub>2</sub> عمدتاً با نیتروژن در پیرویدین پولی وینیل ترکیب می شود. فعالیت باکتری کشی آن در غلظت ۱٪ درصد از ۱۰ درصد بیشتر است. لذا برای مصرف باید رقیق شود. استفاده مکرر از «یدوفورها» بر روی پوست، ایجاد التهاب می کند.

عمدتاً از یدوفورها برای پیشگیری از عفونت های بعد از عمل جراحی استفاده می شود. پویدون - ایوداین (بتادین) بنحو گسترده ای در طب به کار می رود، که به شکل های مختلف برای استعمال به روی پوست و مخاط موجود است.

## ۵- فلزهای سنگین

الف) ترکیب های جیوه: کلرید جیوه نخستین

ترکیبی بود که به عنوان ضد عفونی کننده و گندزدا به کار رفت. اما به علت مسمومیت حاصله جای خود را به سایر مواد داد که می توان از ترکیب های آلی جیوه نام برد. اما بعد از یک دوره طولانی مصرف آن در طب، نامناسب بودن ترکیب های آلی جیوه نیز شناخته شد و اکنون عمدتاً مصرف آنها منسوخ شده است. چندین ترکیب جیوه ای به عنوان محافظ داروها و مواد آرایشی به کار می رود.

ب) ترکیب های نقره: نمک های غیر آلی نقره در محلول، به طور گسترده سبب کشتن میکروبها می شود. مثلاً محلول نیترات نقره ۱٪ سبب تخریب اکثر میکروبها می شود و در غلظت های پایین تر سبب توقف رشد باکتری ها می شود. یون نقره با گروه های سولفیدریل، آمین، فسفات و کربوکسیل ترکیب می شود. واکنش نقره با این گروهها در مولکول پروتئین سبب تقلیب (denaturation) آن می شود. این اعمال سبب تخریب غشاء سلولی میکروب و مرگ آن می شود.

نیترات نقره<sup>(۲۲)</sup>: به عنوان ماده ای سوزاننده و گندزدا به کار رفته است. نیترات نقره به علت رسوب نقره احیاء شده؛ بافتها را به رنگ سیاه درمی آورد که قسمت اعظم این رنگ به آهستگی و خود به خود ناپدید می شود. اما در برخی از نقاط ممکن است برای مدت طولانی باقی بماند. محلول ۱٪ نیترات نقره به منظور پیشگیری عفونت ملتحمه چشم در نوزادان در گذشته به کار می رفت. از محلول ۰/۵ درصد آن به طور موضعی در سوختگی های وسیع استفاده می شود. مصرف موضعی آن درد و حساسیت ایجاد نمی کند. از فرم جامد آن برای سوزاندن و برداشتن بافت های اضافی و زگیلها استفاده می شود.

سیلور سولفادیازین (سیلوا دین):<sup>(۲۳)</sup> ترکیب سیلور سولفادیازین به جای نیترات نقره، در درمان موضعی سوختگی های وسیع به کار می رود. این ترکیب درد تولید نمی کند و برخلاف نیترات نقره، سبب ایجاد رنگ نمی شود.

ج) ترکیب های روی:<sup>(۲۴)</sup> از ترکیب های روی به عنوان مواد قابض، سوزاننده و گندزدا ی خفیف استفاده می شود. آنها احتمالاً اثر خود را به علت تسوایی یون روی در رسوب دادن پروتئینها اعمال می کنند. نمک های آن محلول هستند و به شدت یونیزه می شوند. کلرید روی کاملاً محرک است. سولفات روی:<sup>(۲۵)</sup> به صورت قطره چشمی در نوعی از ورم ملتحمه چشم به کار می رود. برای استفاده آن بر روی پوست از غلظت ۴٪ استفاده می شود. سولفات روی در برخی از بیماری های پوستی و عفونت های جلدی به کار می رود. این ترکیب سبب تسریع التیام زخمها می شود.

اکسید روی:<sup>(۲۶)</sup> در برخی پودرها، پمادها و خمیرها وجود دارد. نوعی داروی قابض پوستی خفیف و دارای خاصیت گندزدایی است. در برخی بیماری های پوستی و عفونت های جلدی از آن استفاده می شود.

## ۶- مواد اکسید کننده

مواد اکسید کننده سبب آسیب رساندن به میکروبها (هوازی و بی هوازی) می شوند. تنها اکسید کننده کننده میکروبی در پزشکی، که از اهمیت برخوردار است؛ پراکسید است. استفاده از ازن برای تصفیه منابع آب شهرها در حال گسترش است. آب اکسیژنه (پراکسید تیدروژن):<sup>(۲۷)</sup> زمانی به عنوان گندزدا اشتها

\* quart یمانه ای در حدود یک لیتر

داشته است اما تقریباً امروزه مصرف آن به علت تجزیه آن در هنگام نگهداری کاهش یافته است. عمل میکروب‌کشی آن به علت ریشه آزاد هیدروکسیل است. در غلظت ۱/۵ درصد در دهان شویه‌ها به کار می‌رود. در غلظت ۳ تا ۶٪ برای ضد عفونی کردن و سترون‌سازی مطلوبست. در محلول سالی‌ن نرمال برای حل کردن موم گوش به کار می‌رود. پراکسید بنزوئیل<sup>(۲۸)</sup>: به آهستگی اکسیژن آزاد می‌کند، و برای باکتریها کشنده است. در درمان جوش غرور جوانی (آکنه) از آن استفاده می‌شود. باید از تماس آن با چشم خودداری شود.

## ۷ - فنل و ترکیبای فنلی

در ابتدا از فنیل\*<sup>(۲۹)</sup> بعنوان ماده‌ای گندزدا استفاده نمی‌شد، اما نشان دادن کارایی فنل توسط لیستر در ۱۸۶۷ نه تنها آنرا به عنوان گندزدا و ضد عفونی کننده برای چند دهه مشهور ساخت، بلکه به عنوان معیاری برای سنجش قدرت سایر گندزداها از آن استفاده شد. عمده‌ترین دسته‌های شیمیایی آن عبارتند از آلکیل فنولها، آریل فنولها، پی هیدروکسی بنزواتها، هالو فنل‌ها و بیس فنل‌ها (bis-phenols) می‌باشد.

امروزه از فنل به عنوان ضد عفونی کننده استفاده می‌شود. در غلظت ۱ تا ۲ درصد سبب توقف رشد باکتریها و در غلظت ۴ درصد برای برخی میکروارگانیسم‌ها کشنده است و برای کلیه آنها در غلظت بالای ۱/۶ درصد کشنده می‌باشد. در غلظت بیش از ۱/۳ درصد سبب کشتن قارچها می‌شود. فنل اسپورهارا از بین نمی‌برد؛ فنل به صورت یک آنتی‌سپتیک واحد وجود ندارد. اما به عنوان جزئی از این ترکیبها به کار می‌رود. از فنول به عنوان ضد

عفونی کننده در بعضی بیمارستان‌ها استفاده می‌شود. به علت نفوذ آن یکی از ضد عفونی کننده‌های موثر مدفوع است.

## هگزوکلروفن

یکی از بیس فنل‌های کلردار است. در غلظت پایین به نظر می‌رسد که سبب توقف زنجیره انتقال الکترونی میکروبها و مهار سایرهای آنزیمهای غشایی آن می‌شود. در غلظت‌های بالاتر سبب پاره شدن غشا میکروب می‌شود.

گرچه هگزاکلروفن و سایر بیس فنولها کمتر از فنل برای بافتها مسمومیت‌زا هستند اما تغییرات متوسط بافتی را سبب می‌شوند و خوردن آن سبب مسمومیت می‌شود.

هگزوکلروفن برای کاهش میکروبهای دستهای کارکنان پزشکی به کار می‌رود. همچنین در برخی از اعمال جراحی برای گندزدایی پوست بیمار از آن مصرف می‌شود. از آنجا که کلروهگزیدین در عرض چند دقیقه عمل می‌کند، جمعیت میکروبی پوست را بیش از هگزاکلروفن کاهش می‌دهد و تقریباً طیف ضد میکروبی آنها مشابه است. هگزاکلروفن به صورت امولسیون، محلول و ... موجود است.

## ۸ - ترکیبهای آمونیم چهارگانه

بسیاری از مواد پاک کننده دارای خواص میکروب‌کشی هستند، اما این خاصیت ضعیف است. برخی از ترکیبهای پاک کننده آمونیم چهارگانه دارای خواص کشنده باکتری هستند. و گاهی برای کشتن میکروبها بر روی پوست و مخاط موثرند.

سه نوع مهم ترکیبهای آمونیم چهارگانه عبارتند از: بنزالکونیکوم کلراید، ستیل

پیرینیوم کلراید و متیل بنزتونیوم کلراید. عوامل آمونیم چهارگانه در شرایط آزمایشگاهی بسیاری از میکروبها را نابود می‌کنند به نظر می‌رسد عمل عمده آن بر روی غشاء سلول می‌باشد که سبب تغییر در تراوایی آن می‌شود. بسیاری از آنها را می‌توان برای ضد عفونی کردن پوست و مخاط به کار برد. در غلظت موثر، این ترکیبها نسبتاً برای پوست محرک نیستند. دارای خواص پاک کنندگی، کراتولیتیک و امولسیفه کنندگی هستند.

در هنگام مصرف محلول ۱٪ درصد «بنزالونیکوم کلراید» بر روی پوست، برای کاهش جمعیت میکروبها به ۵۰ درصد ۷ دقیقه زمان لازم است.

مواد فعال سطحی: برای سترون سازی ابزار و دستکش‌های پلاستیکی به کار می‌روند.

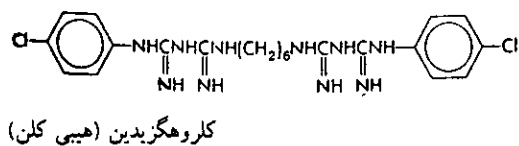
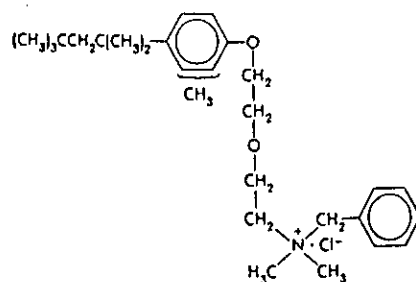
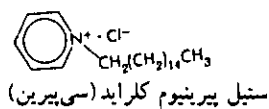
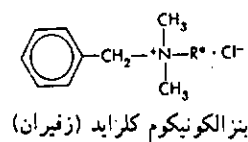
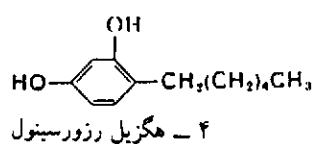
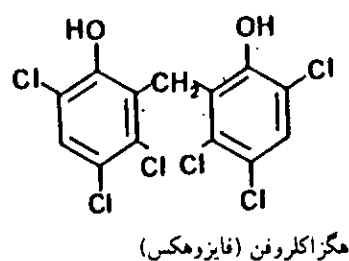
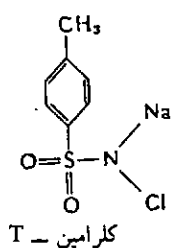
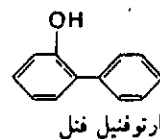
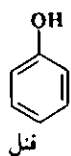
## ۹ - کلروهگزیدین

یکی از این بی‌گوآنیدها ((biguanides) است؛ که دارای فعالیت قوی ضد عفونی کنندگی می‌باشد. کلروهگزیدین یکی از سه گندزدای مهم در جراحی است، که مورد استعمال اخیر آن به عنوان ماده گندزدادر دندان پزشکی است. کلروهگزیدین به سرعت باکتریها را می‌کشد. اما ویروسها را نابود نمی‌کند. در ترکیب ساونل، کلروهگزیدین نیز وجود دارد.

## ۱۰ - سایر گندزداها و ضد عفونی کننده‌ها

علاوه بر موارد مذکور ترکیبهای دیگری به عنوان گندزدا و ضد عفونی کننده به کار می‌روند، که برای اطلاع پیرامون آنها می‌توان به مأخذ معرفی شده در ذیل این نوشتار مراجعه کرد.

«فرمول برخی از گندزداها و ضدعفونی کننده‌ها»



«جدول مقایسه توان ضد عفونی کننده‌ها و گندزداها»

نام	ضد عفونی کنندگی	گندزدایی	سایر خواص
گاز: اکسیداتیلن (۴۵۰ - ۸۰۰ میلی گرم در لیتر در هنگام اتوکلاو کردن در ۶۰°C)	+۲ تا +۴	۰	سمی؛ با نفوذ خوب؛ نیاز به رطوبت نسبی ۳۰٪ یا بیشتر دارد. اسپورهای خشک شدیداً مقاومند.
مایع:			
گلوتارآلدئید ۲٪	+۳	۰	کشنده اسپورها، محلول فعال ناپایدار؛ سمی
فرمالدئید ۸٪ + الکل ۷۰٪	+۲	۰	کشنده اسپورها، بخار آزاردهنده، سمی، فرار
ترکیبات فنلی ۱ - ۳٪	+۳	±	پایدار، سوزاننده، کمی به علت مواد آلی غیرفعال می شود، محرک پوست
هگزوکلروفن ۱ - ۳٪	۰	۰	نامحلول در آب، محلول در الکل؛ باکتری کش ضعیف، توسط صابون غیرفعال نمی شود
ترکیبهای کلردار (۵۰۰ - ۵۰۰۰ پی ام کلر موجود)	+۱	±	واکنش سریع؛ میزان غیرفعال شدن آنها با مواد آلی بیشتر است؛ سوزاننده - محرک پوست
الکل (بهترین غلظت ۷۰٪)	+۲	+۳	سریعاً کشنده باکتری‌ها - فرار، قابل اشتعال، خشک کننده و محرک پوست.
ید ۰/۵ درصد + الکل ۷۰٪	۰	+۴	سوزاننده؛ خیلی سریع سبب کشتن باکتری می شود؛ ایجاد رنگ می کند، محرک پوست، قابل اشتعال
یدوفورها (۷۵ - ۱۵۰ پی پی ام ید موجود)	+۱	+۳	تاحدی ناپایدار؛ سبب رنگ شدن موقت، سوزاننده
محلول ید ۱٪	۰	+۲	سریعاً باکتری کش؛ سوزاننده؛ سبب تحریک و رنگ شدن پوست و رنگ کردن لباسها
ترکیبهای آمونیم چهارگانه $\frac{1}{500} - \frac{1}{750}$		+۲	به وسیله صابون و آبونها غیرفعال می شوند، توسط پارچه جذب می شود.
ترکیبهای جیوه $\frac{1}{500} - \frac{1}{1000}$	۰	+۱	توسط ماده آلی بیشتر غیرفعال می شود؛ باکتری کش ضعیف

«جدول گندزدها و ضدعفونی کننده‌های رایج و کاربرد آنها در پزشکی»

نام	دسته دارویی	موارد مصرف عمده	عوارض جانبی / احتیاطات
اسید استیک	قابض و شستشودهنده	۱ - به عنوان قابض در ناراحتی‌های پوستی ۲ - شستشوی زخم‌های پوستی ۳ - شستشوی مثانه (محلول رقیق)	- التهاب پوستی با مصرف محلول غلیظ - با چشم نباید تماس پیدا کند.
آب اکسیژنه	ضدعفونی کننده عمومی	۱ - ضدعفونی کننده عمومی ۲ - تمیز کردن زخم‌ها ۳ - به عنوان دهان‌شویه ۴ - قطره گوش برای خروج موم گوش	- محلول غلیظ روی پوست سبب تحریک - سوزش و ضایعه سفید رنگ می‌شود.
اکسید روی (نام تجاری Desitin)	قابض پوستی	۱ - ادرار سوختگی پای کودکان ۲ - بریدگی و خراش سطحی پوست ۳ - آفتاب سوختگی ۴ - اگزما	احتمالاً ایجاد کهیر یا بثورات جلدی می‌کند.
بنزالکونینکوم (نام تجاری Sterlane)	آنتی‌سپتیک موضعی و میکروب‌کش	۱ - در عفونتهای دستگاه تناسلی به عنوان درمان کمکی عفونتهای واژنی ۲ - محلول آن به عنوان ضدعفونی کننده موضعی زخم‌های پوست و مخاط ۳ - به عنوان محافظ در مایه‌های چشمی ۴ - ضدعفونی کردن پوست قبل از جراحی ۵ - برای شستشوی دست جراح	- ندرتاً سوزش موضعی دیده می‌شود. - اسپورها و بعضی ویروسها، عامل هیپاتیت و میکروب سل را از بین نمی‌برد. - محلول غلیظ بر روی مخاط به کار نرود. - به مدت طولانی نباید محلول آن روی پوست بماند. - صابون اثرش را خنثی می‌کند.
بنزوتیل پروکسید (نام تجاری Panoxyl)	ضدجوش غرور جوانی (آکنه)	به عنوان داروی کمکی در درمان جوش صورت	- ممکن است ایجاد سرخی و سوزش بکند. - از تماس با مو یا پارچه رنگی خودداری شود. - با مخاط چشم - دهان و بینی نباید تماس پیدا کند.
بسویدون - ایوداین (بتادین)	ضدعفونی کننده عمومی	۱ - ضدعفونی کردن زخم ۲ - آماده کردن محل قبل از عمل جراحی ۳ - درمان پارگی و خراشیدگی، سوختگی ۴ - به صورت پیشگیری در عمل و بعد از عمل جراحی ۵ - در درمان عفونتهای مهبل ۶ - در درمان برقک دهان	- در اشخاص حساس به پد واکنش‌های حساسیتی دیده می‌شود. - الیاف پارچه را لک نمی‌کند.



«جدول گنزدهاها و ضد عفونی کننده های رایج و کاربرد آنها در پزشکی»

نام	دسته دارویی	موارد مصرف عمده	عوارض جانبی / احتیاطات
سولفات روی (در ترکیب قطره Zinctin)	قابض چشمی	- رفع تحریکات جزیی چشم - ورم ملتحمه	
ستیل پیریدینیوم (در ترکیب دهان شویه)	- دهان شویه	- در ترکیب دهان شویه و جهت غرغره دهان و کاهش مزه نامطلوب دهان و ضد عفونی کردن آن	
کلروهگزیدین (به نام تجاری Hibitane و در ترکیبی به نام ساون)	کلروهگزیدین: ضد عفونی کننده موضعی	- شستشوی دست هنگام جراحی - پاک کردن زخمها - برای نظافت افراد گروه درمانی	- گزارشهایی در مورد کمر شدن به علت دخول دارو در گوش میانی وجود دارد. - به ندرت التهاب پوست ایجاد می کنند و بسا سبب حساسیت به نور می شود و... - باید از تماس چشم و گوش با آن خودداری شود.
کلروهگزیدین در ترکیب ستریلید سی (ساون)	ضد عفونی کننده موضعی	- شستشوی دست هنگام جراحی - پاک کردن زخمها - به عنوان نظافت افراد گروه درمانی - شستشوی لوله های پلی اتیلن، سوندها و ظروف پلاستیکی.	- نباید با چشم، مغز، پرده مغز و گوش میانی تماس یابد. - گزارشهایی در مورد کمر شدن به علت دخول دارو در گوش میانی وجود دارد. - ایجاد التهاب پوست یا حساسیت به نور به ندرت دیده می شود. - این ماده توسط صابون بی اثر می شود. - لذا از مصرف صابون همراه با آن خودداری شود. - وسایل پلاستیکی را به مدت طولانی بیش از نیم ساعت نباید در محلول فرو برد.

\* توضیح: این جدول بر اساس اطلاعات مندرج در کتاب اطلاعات و کاربرد داروهای زنتریک از انتشارات وزارت بهداشتی، جلد سوم - تیر ۱۳۶۲ استخراج شده است.

پویدون- پلی وینیل پیرولیدون pvp به عنوان یک عامل سوسپانسیون کننده و منتشر کننده در داروسازی است.  
 ۲۲. نترات نقره، سنگ جهنم  $AgNO_3$ ، ترکیبی با اثر سوزاننده، قابض، و ضد عفونی کننده.  
 ۲۳. سیلور سولفادیازین  $C_{10}H_8AgN_4O_5S$  یکی از سولفانامیدها است (به نام تجاری سیلوادین).  
 ۲۴. روی (Zn) فلزی نرم و شکننده، نقره‌ای رنگ.

۲۵. سولفات روی  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  دارویی جامد و متبلور است.  
 ۲۶. اکسیدروی  $ZnO$  دارویی قابض - محافظ و ضد عفونی کننده، به صورت گرد بی شکل و سفید رنگ.  
 ۲۷. آب اکسیژنه  $H_2O_2$ : محلول پراکسید هیدروژن در آب. نوع خالص بدون آب بی رنگ است: معمولاً محلول آن به کار می‌رود. خاصیت اکسیدکنندگی قوی دارد. هنگامی که به روی بافت‌ها قرار گیرد، اکسیژن آزاد می‌کند.

۲۸. بنزوئیل: به گروه  $C_6H_5-CO-$  گفته می‌شود.  
 ۲۹. فنل  $C_6H_5OH$ : اسید کربویلیک: متبلور - سوزنی شکل، بی رنگ با بویی ویژه. در آب محلول است و با یک مولکول آب متبلور می‌شود. فنل بسیار سمی است.

$O$   
 $||$   
 $C-H$  بوده و این عامل مستقیماً به اتم کربن دیگر متصل است. معمولاً مایع، بی رنگ یا بوی ویژه.

۱۲. فرمالدئید  $CH_2O$ : گازی بی رنگ، با بوی محرک و سوزان و محلول در آب.  
 ۱۳. Endoscope اندوسکوپ، ابزاری که جهت دیدن درون اعضاء یا حفره‌های بدن به کار می‌رود.  
 ۱۴. هالوژن، پنج عنصر غیر فلزی که در گروه هفتم جدول تناوبی قرار گرفته‌اند.

۱۵. کلر، عنصری با نشانه شیمیایی Cl، گاز زرد - سبز رنگ، با بوی تند، محرک و سمی.  
 ۱۶. Parts per million = p.p.m قسمت در میلیون.  
 ۱۷. اسید هیپوکلرو  $HOCl$  مایع، زرد طلایی: محلول رقیق آن بی رنگ، ماده رنگ بر و اکسیدان قوی.  
 ۱۸. هیپوکلریت: به نمکهای اسید هیپوکلرو گفته می‌شود که به آسانی تجزیه شده و کلر فعال آزاد می‌کنند.

۱۹. ید: جامد به رنگ بنفش تیره، حلالیت در آب کم، در اتیل الکل بهتر حل می‌شود.  
 ۲۰. تننور: محلول الکلی و یا آب و الکلی. تننورید: محلول الکلی ید است.

۲۱. پویدون-ایوداین: کمپلکسی از ید و پویدون، یک یدوفور است، که در هنگام تماس با پوست و غشاهای مخاطی ید غیرآلی آزاد می‌کند.

انتشارات مازیا، ۱۳۶۴، چاپ اول. و جدول گندزدها و ضد عفونی کننده‌ها از کتاب اطلاعات و کاربرد داروهای ژنریک، جلد سوم ۱۳۶۲. انتشارات وزارت بهداشتی استفاده شده است.

۱. اسیداستیک، جوهر سرکه  $C_2H_4O_2$  مایع، بی رنگ، با بوی زننده و محرک، در آب، الکل و اتر محلول است.

۲. اسید بنزوئیک  $(C_6H_5O_2)$ .  
 ۳. گلیسین  $C_2H_5NO_2$ : ساده‌ترین اسید آمینه، از هیدرولیز پروتئین‌ها به دست می‌آید.

۴. اسید هیپوریک  $C_5H_5O_3N$ : ماده‌ای متبلور، محلول در آب و الکل، از تأثیر اسید بنزوئیک بر گلیسین به دست می‌آید.

۵. اسید سالیسیلیک  $C_7H_6O_3$ : داروی متوقف کننده رشد باکتری و کشنده قارچ.

۶. اسید بوریک  $H_3BO_3$ : اسید کانی، متبلور، سفیدرنگ، از اثر اسیدهای کانی بر اراکس به دست می‌آید.

۷. اسید لاکتیک  $C_3H_5O_3$  بی رنگ، مایع شربتی شکل، با آب محلول یکنواختی می‌دهد.

۸. اسید اندوسیلینیک  $C_{11}H_{21}O_2$  نوعی داروی ضد قارچ است (در پوست).

۹. آمیل، رادیکال  $C_5H_{11}$ ، نام دیگرش پنتیل است.

۱۰. اتانول، اتیل الکل  $C_2H_5O$ ، مایع - بی رنگ، با بوی مطبوع، محلول در آب، که از تخمیر مواد قندی و نشاسته‌ای توسط مخمر حاصل می‌شود.  
 ۱۱. آلدئیدها: ترکیبات آلی که دارای عامل

منابع:

1. Goodman and Gilman's, The Pharmacological Basis of therapeutics, 1985
2. Goth, medical pharmacology, 1984
3. Katzung, Basic and clinical Pharmacology, 1984
4. Jawetz, Medical Microbiology 1987

ضمناً در تهیه زیر نویس‌ها از فرهنگ دارو پزشکی تالیف دکتر محمد رضا توکلی صابری: دکتر سید رضا محور، سید رضا آقا پور مقدم استفاده شده است.

بقیه از صفحه ۳۳

- ۱- شیمی سال دوم دبیرستان، رشته تجربی- ریاضی و فیزیک، ۱۳۶۷.
- ۲- شیمی سال سوم دبیرستان، رشته تجربی- ریاضی و فیزیک، ۱۳۶۷.
- ۳- مجله رشد آموزش شیمی، شماره ۱۴، زمستان ۱۳۶۶.
- 4- Chemistry in Balance, 'O' Level edition Great Britain, 1984.
- 5- A New Certificate Chemistry, Holderness & Lambert, Great Britain, 1982.
- 6- Practical Inorganic Chemistry, Mir Publishers Moscow, 1987.
- 7- Inorganic Chemistry, Textbook for Schools, Part 1 & 2, Mir Publishers Moscow, 1984.
- 8- Chemie B, Von Alfred Kemper, Ernst Greb und Gottfried Quinzler, Germany, 1971.
- 9- Chemistry, Collected experiments, Nuffield Foundation, Great Britain, 1968.
- 10- Concepts in Chemistry, Laboratory Manual, A. W. Greenstone, U. S. A., 1975.
- 11- McGraw - Hill Dictionary of Scientific & Technical Terms, Second edition, U. S. A., 1978.
- 12- A Complete 'O' Level Chemistry, G N Gilmore, Great Britain, 1983.

همکاران و دوستان از جمندی که نامه‌های آنها در زیر آمده است بانوشتن نامه و دادن پیشنهادهای مفید ما را مورد لطف و محبت قرار داده‌اند از همه آنها متشکریم. برخی از آنان پرسشهایی داشتند که پاسخ لازم داده شده است. باز هم منتظر نامه‌ها، انتقادات و ارائه طریق شما هستیم.

نام	نام خانوادگی	شهرستان
—	کرامتی	اردکان

عبدالله	جهانتاب	بهبهان
ابراهیم	اختر شجاعی	تبریز
محمد	قائم	تهران
اسحق	رزاقی	زنجان
سید اکبر	حسینی ضیابری	صومعه سرا (ضیابری)
حاجت	اسفندیاری	مسجد سلیمان
علی	مروی	میاندوآب
جمشید	محمدی	نیشابور



بقیه از صفحه ۳

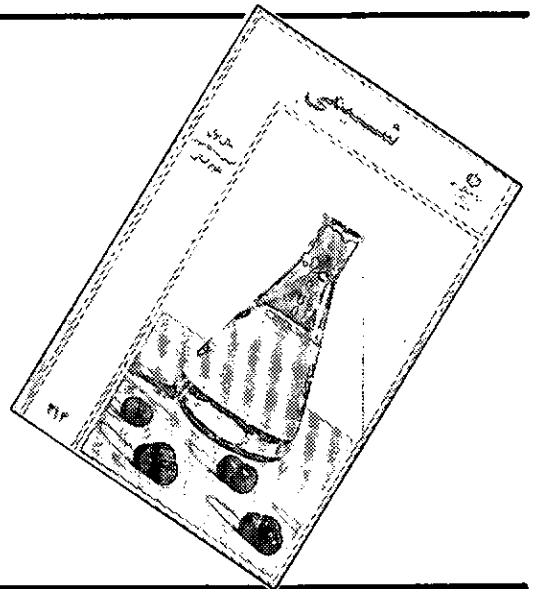
۱۱ و سرمقاله شماره ۱۹ را به همکاران محترم یادآوری می‌کنیم و امیدواریم که بدانها توجه فرمایند. ما به یاری شما خوانندگان و همکاران محترم نیازمندیم، در همین رابطه پرسشنامه‌ای به منظور نظر خواهی در مورد کیفیت مجله رشد آموزش شیمی، کتابهای درسی و کارآیی محتوای آنها، نحوه برگزاری سخنرانیها و در شماره‌های ۹ و ۱۳ آمده است. خواهشمندیم پرسشنامه یاد شده را پاسخ داده و برای مجله بفرستید. ما نیز کوشش می‌کنیم تا آنجا که ممکن است پیشنهادهای سودمند شما را به کار بندیم. در پایان از همکاران و دوستان محترم شیمی که ما را با پیشنهادها و راهنماییهای خود مورد لطف قرار داده‌اند سپاسگزاریم، نام این عزیزان در این صفحه تحت عنوان «تشکر» آمده است. در ضمن از دست اندرکاران تهیه، چاپ و پخش این مجله سپاس فراوان داریم. تندرستی و کامیابی خوانندگان و همکاران ارجمند را در کارهای نیک، از خدای مهربان خواهانیم.

سردبیر

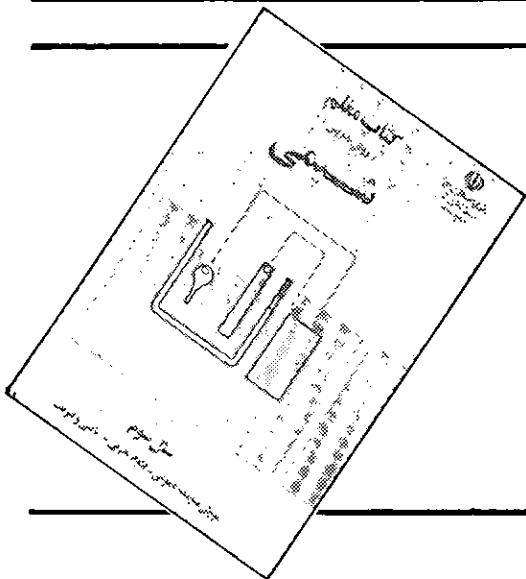
— جدولها، شکلها، نمودارها و منحنیها در صفحه‌ای جدا از متن، تمیز رسم شود و یاد در صورت استفاده از منابع، تصویر آنها خوانا و پررنگ پیوست باشد و نیز جای آنها در متن مقاله مشخص شود. تا حد امکان، حجم مقاله کم باشد و بیش از ۶ صفحه مجله نباشد. — کلیه مقاله‌های رسیده توسط شورای نویسندگان مجله بررسی می‌شود و در صورت تصویب چاپ خواهد شد، شورای نویسندگان در کوتاه کردن و اصلاح مقاله مجازند. — مجله از برگشت دادن مقاله‌هایی که به عللی چاپ آنها مقدور نبوده، پوزش می‌طلبد. — مقاله نباید در جایی چاپ شده باشد. — نویسندگان مقاله‌ها مسئول نوشته‌های خود هستند. — برای نویسندگان و پژوهشگران علاقه‌مند یادآوری می‌شود که فهرست مقاله‌های چاپ شده در شماره‌های ۱ تا ۱۲، در مجله شماره ۱۲ و فهرست مقاله‌های چاپ شده در شماره‌های ۱۳ تا ۱۶، در همین شماره آمده است. همچنین مطالعه مقاله زنگ خطر مندرج در شماره

# معرفی کتب و نشریات

نام کتاب: شیمی سال اول علوم انسانی  
 ناشر: دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی  
 تاریخ انتشار: ۱۳۶۷  
 کتاب در ۹۴ صفحه شامل ۵ فصل.  
 فصل ۱، شیمی و روش آن، فصل ۲، ماده، حالت‌های ماده و انواع مختلف آن.  
 فصل ۳، اتم و مولکول؛ فصل ۴، آشنایی با مواد معدنی و کاربرد آن؛  
 فصل ۵، آشنایی با مواد آلی و کاربرد آنها  
 مؤلفان: دکتر حسین آقائی، دکتر محمدرضا ملاردی، دکتر مسعود  
 روحی لاریجانی، حسام امینی، سیدرضا آقاپور مقدم، نصرت الله  
 ایزدی

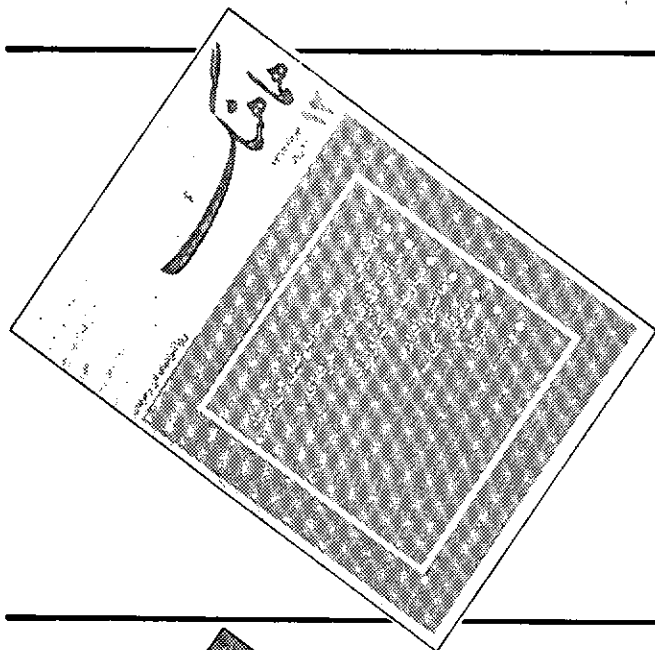


نام کتاب: کتاب معلم (روش تدریس) شیمی  
 سال سوم علوم تجربی - ریاضی و فیزیک، شماره ۳۸۱  
 ناشر: دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی  
 تاریخ انتشار: چاپ دوم ۱۳۶۷  
 کتاب در ۲۱۷ صفحه شامل سه فصل:  
 فصل اول (محلولها و تعادلهای یونی)، فصل دوم (اکسیداسیون و احیا،  
 الکتروشیمی) و فصل سوم (فلزات)  
 مؤلفان: دکتر حسین آقائی، دکتر محمد رضاملاردی



### مجله هماهنگ

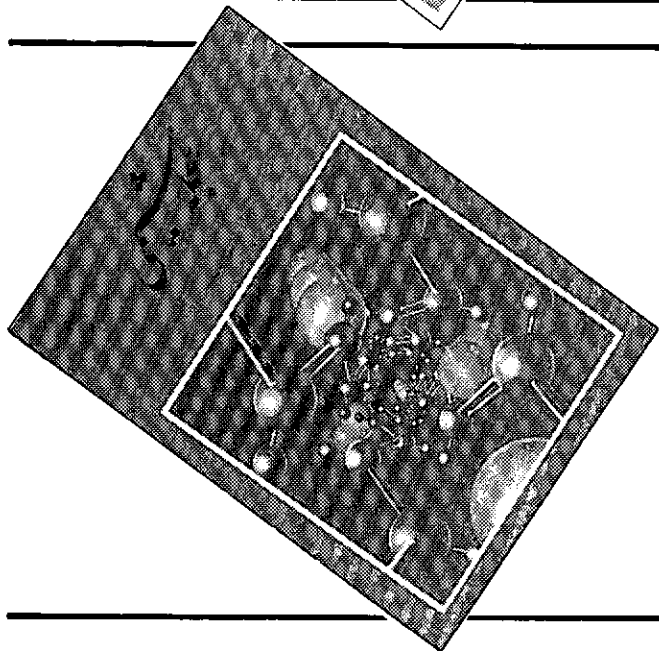
فصلنامه‌ای است برای مدیران، سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان، کارشناسان، آموزش دهندگان، آموزشگران بالفعل و بالقوه و همه کسانی که به نحوی در ایجاد حالت‌های مطلوب در آموزشهای فنی و حرفه‌ای مؤثرند. نخستین شماره سال ۱۳۶۷ (شماره پی در پی) ۱۲ گروه شیمی این دفتر با خوشحالی تمام، انتشار این مجله را به دست اندرکاران تبریک می‌گوید. همه مطالبها و مقاله‌های این مجله خواندنی و جالب است. در شماره ۱ سال ۱۳۶۷ (شماره ۱۲ پی در پی) آمده است: سراب مدرسه‌های حرفه‌ای، انگیزش، مهارتهای کشاورزی، ماشین افزار و...



### مجله شیمی

در مجله شیمی سال اول، شماره سوم، آذر - اسفند ۱۳۶۷ مقالات زیر آمده است:

مندلیف و شیمیدانان انگلیسی، شیمی لخته - فراورده‌های شیر منعقد شده، مشکلات کار با استوکیومتری، پلاستیک‌هایی که رسانای الکتریسیته‌اند، شیمی تمبرهای پستی، کمپلکسهای فلزی به عنوان شناساگرهای رنگی برای بررسی پارامترهای حلال، آشنایی با صوت شیمی، ریاضیات آروماتیسیتی، مقیاسی از قدرت اسیدی اکسیدهای دوتایی لومینسانس شیمیایی، دونالدج کرام برنده جایزه نوبل ۱۹۸۷ در شیمی، اسکرژی واژه‌های تازه در ترمودینامیک، مقالات کوتاه، تازه‌های شیمی، ایمنی در آزمایشگاه، نقد و معرفی و...



نام کتاب: کاربرد طیف‌سنجی در شیمی آلی  
ناشر: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه  
تاریخ انتشار: چاپ سوم آبان ماه ۱۳۶۷  
کتاب در ۲۳۱ صفحه شامل هفت عنوان اصلی:

طیف‌سنجی ماوراء بنفش، طیف‌سنجی مادون قرمز، رزونانس مغناطیسی هسته‌ای، طیف‌سنجی جرمی، مسائل حل شده، فهرست اصطلاحات و فهرست الفبایی مطالب  
ترجمه: دکتر محمد هادی خورگامی دکتر محمد رؤف درویش

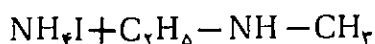
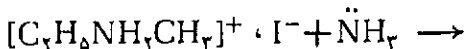
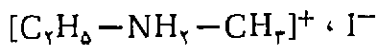
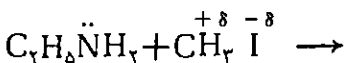
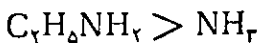


# ما و خوانندگان

حسام امینی

همچنین در پرسش امتحان نهایی سراسری خرداد ماه ۶۵ پرسشهایی مشابه و اشکال مشابه بالا وجود دارد.

پرسش: اتیل آمین، نوکلئوفیل قوی تر است یا آمونیاک؟ چرا؟ هر گاه به مخلوط این دو ماده پدید متیل اضافه کنیم احتمال تشکیل متیل آمین بیشتر است یا متیل اتیل آمین؟ چرا؟ معادله واکنشهای انجام شده را بنویسید (تشکیل یون آمونیم مربوط - اثر آمونیاک بر یون آمونیم و تولید آمین مورد نظر)

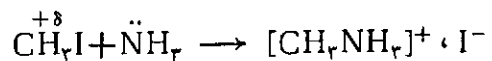


متیل اتیل آمین

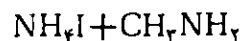
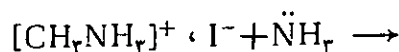
اشکال پرسش فسوق در این است که آمونیاک که نوکلئوفیل ضعیف تر است چه طور در مرحله دوم واکنش از یون متیل اتیل آمونیم جذب پروتون کرده است؟

از این شماره به یاری خدای بزرگ صفحه ما و خوانندگان را مسی گشاییم. این صفحه به انعکاس نظریه‌ها و پرسشهای خوانندگان اختصاص دارد. امیدواریم خوانندگان گرامی همواره با ارائه نظریه‌های خود ما را یاری دهند. مطلب این شماره را با نامه همکار گرامی خانم فروغ اسماعیلی، دبیرشیمی دبیرستان شهید باهنر، آغاز می‌کنیم. ایشان می‌نویسند:

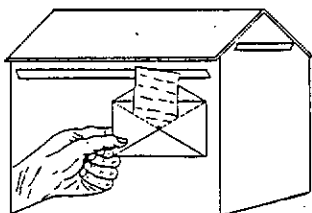
- در تمرینهای آخر فصل کتاب شیمی چهارم تمرینی مطرح شده است تحت عنوان تهیه متیل آمین از پدید متیل را با توجه به مکانیسم واکنش جانشینی نوکلئوفیلی بنویسید. مکانیسم واکنش را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:



ذره نوکلئوفیل



پرسش این است که با توجه به این که متیل آمین نوکلئوفیل قوی تر از آمونیاک می‌باشد چگونه در مرحله دوم آمونیاک جاذب پروتون از متیل آمین شده است؟



وسایل آزمایشگاهی یا مواد شیمیایی مورد نیاز برای آزمایش‌ها را تهیه کنم لطفاً آدرس چند فروشگاه یا محل فروش این مواد را بنویسید.

۲- در هر شماره چند آزمایش را در مجله شرح دهید تا علاقه‌مندان بتوانند ضمن انجام تحقیق و آزمایش سرگرم شوند و به دانستیهای آنان افزوده شود.

۳- در صورت امکان مقالات و ابتکارات بیشتری از دانش-آموزان جهت شکوفایی استعدادشان در مجله منتشر سازید.

۴- مجله خیلی نظری است و فقط يك سری مسائل تئوری ارائه می‌دهد در بخش ویژه دانش‌آموزان بهتر است پرسشها و آزمایشهای جذاب‌تری مطرح شوند.

**پاسخ** - باید در نظر داشت که مجله بیشتر ویژه دبیران شیمی است و شاید مطالب آن به طور کلی برای دانش‌آموزان چندان مفید نباشد. ولی بخش ویژه دانش‌آموزان همواره در اختیار دانش‌آموزان عزیز بوده و کوشش ما بر این است که این صفحه را هر چه ممکن است برای دانش‌آموزان جذاب‌تر کنیم.

ضمناً شما می‌توانید وسایل آزمایشگاهی را از شرکت صنایع آموزشی یا به راهنمایی آن شرکت وسایل مواد آزمایشگاهی مورد نیاز خود را تهیه کنید.

آدرس شرکت: تهران، جاده مخصوص کرج، بعد از کیلومتر ۶، خیابان رنگین.

صندوق پستی ۳۷۹-۱۳۴۴۵ تلگرافی: صنایع آموزشی.

تلفن: ۴۱-۹۴۴۹۴۰

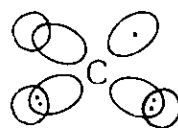
تلکس: ۲۱۳۹۱۳

۱- نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران - خیابان ۳۵ تیر ساختمان شماره ۲ وزارت آموزش و پرورش

۲- دفتر بازرگانی: خردمند جنوبی - ساختمان شماره ۷ وزارت آموزش و پرورش

**پرسش ۵۵:** در مورد هیبریداسیون رادیکال متیل  $CH_3$  در مجله رشد و بعضی از کتاب هیبرید  $sp^3$  مطرح شده است.

**پرسش:** الف - چون اندازه‌گیری زوایا در رادیکالها امکان‌پذیر نیست چگونه به طور یقین هیبرید  $sp^3$  در نظر گرفته شده و اوربیتال تک الکترونی نقشی در شکل این رادیکال نداشته است.

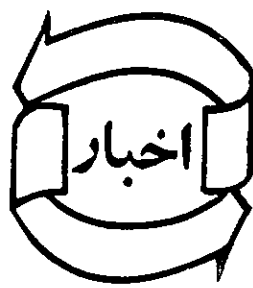


**اشکال و پرسش سوم:**

در صفحه کتاب شیمی چهارم آمده است. میزان همپوشانی و اثر آن بر استحکام پیوند با مطالب ارائه داده شده در کتاب شیمی سال چهارم چنین به نظر می‌رسد که هر چه گسترش طولی اوربیتالها بیشتر باشد میزان همپوشانی بیشتر است و پیوند محکمتر است. ولسی بحثی از طول پیوند و الکترونگاتیویته که در استحکام پیوندها اثر قابل ملاحظه‌ای دارند به میان نیامده است. در حالیکه میزان همپوشانی فقط در يك مورد قابل قبول است و آن در پیوند سیگما  $\sigma$  در مقایسه با پیوند پی  $\pi$  است در پیوند سیگما به دلیل اینکه همپوشانی در جهت مناسب انجام گرفته و زوج الکترون تحت جاذبه دو هسته واقع شده است محکمتر از پیوند  $\pi$  می‌باشد ولسی در پیوند  $\pi$  اثر الکترونی مشترک خارج از دو هسته است و پیوند مست‌تراست ولسی در موارد دیگر طول پیوند و الکترونگاتیویته عامل مؤثری بر استحکام پیوند می‌باشد مگر حالت‌های استثنایی مانند  $F_2$  نسبت به  $Cl_2$ .

\* - آقای سعید نوری دانشجوی شیمی از قم پیشنهادهایی را به ترتیب زیر مطرح کرده‌اند.

۱- بهتر است صفحه‌یی در مجله به خوانندگان مجله اختصاص داده شود تا دانشجویان و دانش‌آموزان و کلیه علاقه‌مندان بتوانند مشکلات و پرسشهای خود را مطرح کنند، مثلاً یکی از پرسشهای من این است که چگونه می‌توانم



دانشکده علوم دانشگاه تهران. برنامه سمینارهای هفتگی نیمسال اول سال تحصیلی ۶۸ - ۶۷ گروه شیمی

تاریخ	موضوع	سخنران
۶۷/۸/۳۰	مطالعه پروتوناسیون و پیوند تئیدروژنی سیستمهای برمومو ۳ - پریدین، ۲، ۲- بی پریدین اسیدپرکلریک	دکتر علیرضا پیشوائی
۶۷/۹/۷	گروههای پرموتاسیونی و اسپکتروسکوپی	دکتر غلامرضا اسلامپور
۶۷/۹/۲۱	پتروشیمی در جهان و توسعه آن در ایران	دکتر ناصر شریفی
۶۷/۱۰/۱۵	هدفگیری سلولها توسط ریزدانههای ایمنی فلورسانت	دکتر محمد نبی سربلوکی
۶۷/۱۰/۱۹	تهیه و شناسایی کمپلکسهای MN	دکتر حسین آقابزرگ
۶۷/۱۰/۲۶	آنالیز پوشش پلیمری در سوختههای جامد	دکتر امیرترک
۶۷/۱۰/۲۶	آنالیز پایه پلیمری سوختههای مرکب	دکتر حمد صالحی مبارکه
۶۷/۱۱/۳	استخراج و تعیین ساختار مولکولی تربنئیدهای موجود در گیاهان بومی ایران	دکتر عبدالحسین روستائیان
۶۷/۱۱/۱۰	بازآرایی برخی از پیرازول - N - اکسیدها ۶۷/۱۱/۱۰	خانم دکتر نیکوصدیقی

جلسات سخنرانی گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی درسی (در سال ۶۸ - ۶۷)

شماره سخنرانیها	تاریخ	موضوع	نام سخنران
۲۳	۶۷/۹/۲۲	نظریه اربیتال مولکولی	دکتر ملاردی
۲۴	۶۷/۹/۲۴	اثر القایی رزونانس گروهها بر پیوندهای شیمیایی	آقای امینی
۲۵	۶۷/۹/۲۷	کمپلکسهای تاجی شکل	دکتر عابدینی
۲۶	۶۷/۹/۲۸	سرعت واکنشهای شیمیایی و انرژی فعال سازی (اکتیواسیون)	دکتر آقائی
۲۷	۶۷/۱۰/۱۸	ایزومرهای نوری	دکتر سیدی
۲۸	۶۷/۱۰/۱۲	خوردگی فلزات	دکتر اسلامی
۲۹	۶۷/۱۰/۱۸	تعادلهای شیمیایی	دکتر آقائی
		جلسه در زمینه نظر خواهی کتب شیمی درسی و بحث در باره آموزش شیمی برقرار شد.	آقای آقاپور مقدم
۳۰	۶۷/۱۰/۲۷	خواص مغناطیسی مواد	دکتر ملاردی
۳۱	۶۷/۱۱/۴	اثر القائی و رزونانس گروهها بر پیوندهای شیمیایی	آقای امینی
۳۲	۶۷/۱۱/۹	اثر القائی و رزونانس گروهها بر پیوندهای شیمیایی	آقای امینی
۳۳	۶۷/۱۱/۱۶	اثر القائی و رزونانس گروهها بر پیوندهای شیمیایی	آقای امینی
۳۴	۶۷/۱۱/۲۳	اثر القائی و رزونانس گروهها بر پیوندهای شیمیایی	آقای امینی
۳۵	۶۷/۱۱/۳۰	اثر القائی و رزونانس گروهها بر پیوندهای شیمیایی	آقای امینی
۳۶	۶۷/۱۲/۲	ترکیبات کمپلکس	دکتر ملاردی
۳۷	۶۷/۱۲/۸	بررسی رسانایی الکتریکی محلول الکترولیتهای قوی و ضعیف	دکتر آقائی
۳۸	۶۷/۱۲/۲۱	مکانیسم واکنشهای رادیکالی	آقای امینی
۳۹	۶۷/۱۲/۲۳	کاربرد پلیمر در الکترونیک	دکتر پورجوادی





# انجمن شیمی مهندسی شیمی ایران

## اطلاعیه

شماره \_\_\_\_\_

تاریخ \_\_\_\_\_

در کنار ارائه این مقالات امکانات کافی برگزاری نمایشگاهی از دستگاههای تحقیقاتی و آزمایشگاهی و نمایشگاه جدیدترین کتابهای منتشر شده در زمینه های مختلف شیمی بزبانهای فارسی و خارجی فراهم خواهد گردید.

میزگردهایی در رابطه با آموزش، تحقیقات و ارتباط این دو با صنایع شیمیایی کشور شیمیدانها و بازسازی برگزار می شود.

از کلیه محققین و صاحب نظران علاقه مند به ارائه مقالات دعوت می شود که خلاصه مقالات خود را در ۲۵۰ الی ۵۰۰ کلمه حداکثر تا تاریخ ۱۳۶۸/۲/۱۵ به صندوق پستی تهران ۱۱۶۹-۱۵۸۷۵

انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران

ارسال نمایند.

نمایندگان کارخانجات سازنده دستگاههای آزمایشگاهی و شرکتهای انتشاراتی ایرانی و خارجی علاقه مند به شرکت در نمایشگاه برای تبادل نظر و کسب اطلاعات بیشتر از چگونگی شرکت در برگزاری نمایشگاه می توانند کتباً یا با تلفنهای ۷-۶۸۱۶۲۶ دفتر انجمن تماس حاصل کنند.

جزئیات بیشتر برگزاری چهارمین کنگره شیمی و مهندسی شیمی در اطلاعیه های بعدی به اطلاع می رسد.

انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران

گروه شیمی دانشگاه گیلان

چهارمین کنگره شیمی و مهندسی شیمی ایران از تاریخ ۱۳۶۸/۶/۱۳ الی ۱۳۶۸/۶/۱۶ در دانشگاه گیلان برگزار می شود.

از شیمیدانان و مهندسین شیمی برجسته ایرانی خارج از کشور دعوت بعمل آمده است تا در این کنگره شرکت کنند. در کنار این دانشمندان، محققین و صاحب نظران شیمی دان و مهندسین شیمی داخل کشور هم می توانند مقالات تحقیقاتی و نتایج بررسیهای خود را در زمینه های مختلف ذیل ارائه دهند.

۱- تحقیقات محض و کاربردی

۲- تازه های علمی

۳- تحقیقات در مورد سیستمهای آموزش شیمی در کشورهای مختلف جهان و بررسی تنگناهای آموزش شیمی و ارتباط تحقیقات و آموزش شیمی در کشور

۴- صنایع شیمیایی و ارتباط آن با روند آموزش و تحقیقات در دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی کشور

۵- بازسازی کشور و نقش شیمیدانها و مهندسین شیمی در این دوران سازندگی

متقاضی محترم:

۱- دانشجویان با ارائه گواهی اشتغال به تحصیل

مبلغ ۱۵۰۰ ریال به حساب فوق الذکر پرداخت کنند

نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۱۶۹ - ۱۵۸۷۵  
انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران

۲- دو قطعه عکس ۳×۴

۳- پرداخت مبلغ ۳۰۰۰ ریال حق عضویت به حساب شماره ۳۵۵۲/۵ بانک ملت شعبه

دانشگاه صنعتی شریف - تهران و ارسال فیش آن به ضمیمه.

خواهشمند است پس از تکمیل فرم تقاضای عضویت (در پشت صفحه)، آنرا همراه بامدارک زیر به آدرس انجمن ارسال فرمائید.

۱- فتوکپی آخرین مدرک تحصیلی

پرسشنامه عضویت در انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران

الف: شرایط عمومی:

- ۱ - اعتقاد به نظام جمهوری اسلامی ایران.
- ۲ - پیرو یکی از ادیان رسمی کشور.
- ۳ - عدم وابستگی به هر یک از گروه‌های سیاسی مخالف جمهوری اسلامی ایران.

ب: مشخصات:

نام: ..... نام خانوادگی: ..... تاریخ تولد: .....

شماره شناسنامه: .....

محل صدور: ..... نام پدر: .....

شغل یا سمت‌های فعلی: .....

آدرس محل کار: .....

شماره تلفن: .....

آدرس محل سکونت: .....

شماره تلفن: .....

ج: تحصیلات دانشگاهی:

نام دانشگاه یا موسسه محل تحصیل رشته تحصیلی مدرک

تحصیلی سال اخذ مدرک

۱ - .....

۲ - .....

۳ - .....

۴ - .....

د: انتشارات علمی و تحقیقاتی: (در صورت نیاز می‌توانید لیست

انتشارات خود را ضمیمه فرمائید)

ه: نام و مشخصات دو نفر از اعضای انجمن شیمی و مهندسی شیمی

ایران بعنوان معرف نوشته شود.

۱ - .....

۲ - .....

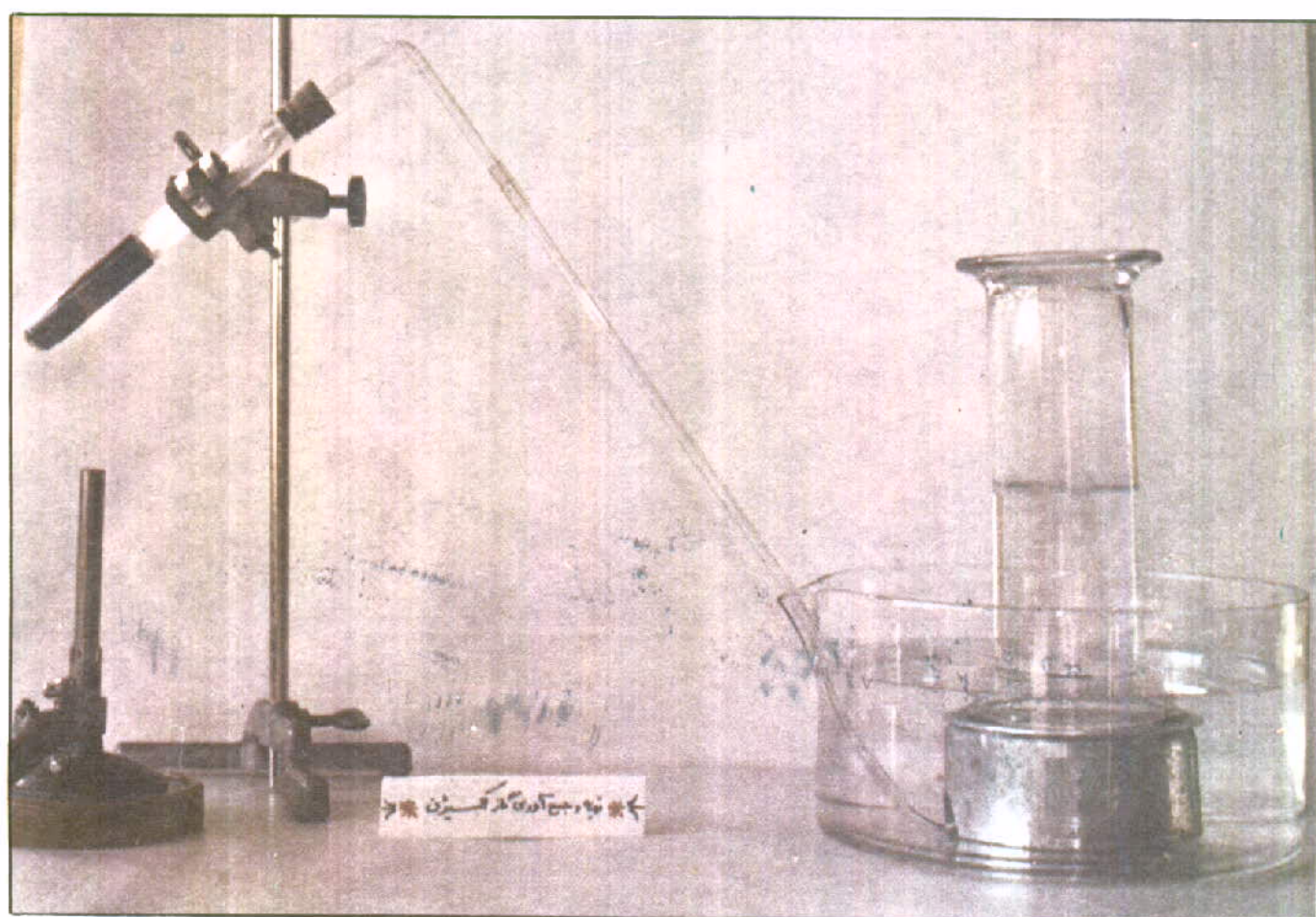
اینجانب: ..... فرزند: ..... تعهد می‌نمایم که پاسخهای

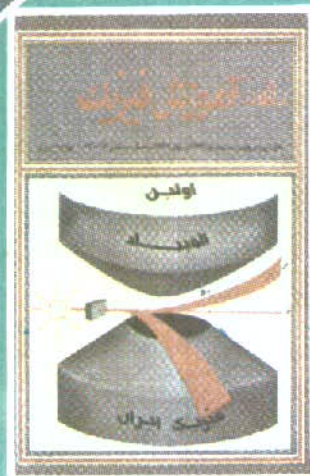
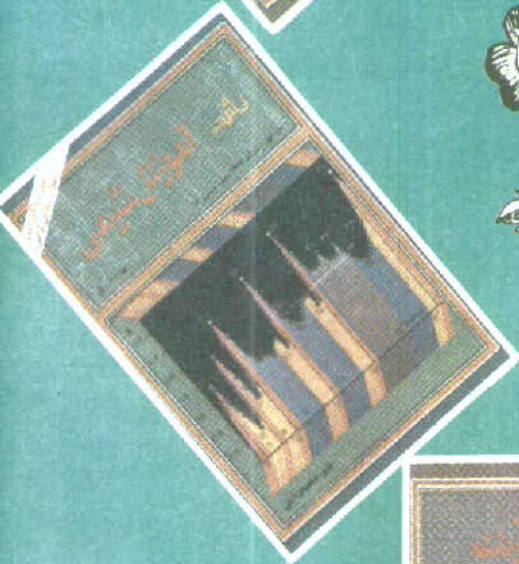
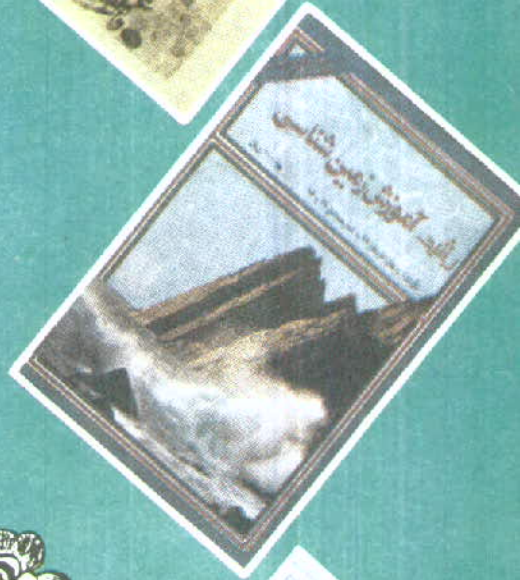
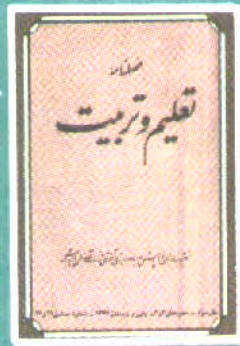
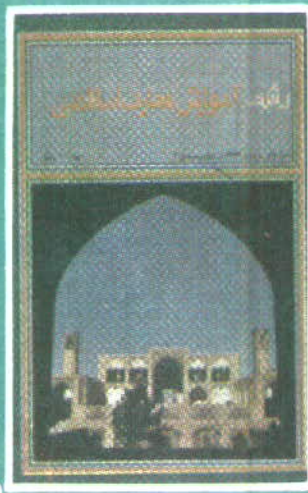
سؤالات فوق کاملاً صحیح بوده و چنانچه عکس این موضوع به اثبات

برسد هیئت مدیره انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران اختیار خواهند

داشت تصمیمات مقتضی اخذ و اجرا در آورند.

محل امضاء درخواست کننده عضویت





**مجلات رشد تخصصی**  
هر سه ماه یکبار، برای استفاده دبیران و دانشجویان رشته‌های مختلف و دانش‌آموزان علاقه‌مند دبیرستانها از سوی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش منتشر می‌شود.

یا شما مجلات رشد  
مخصوص دبیران  
را می‌خوانید؟