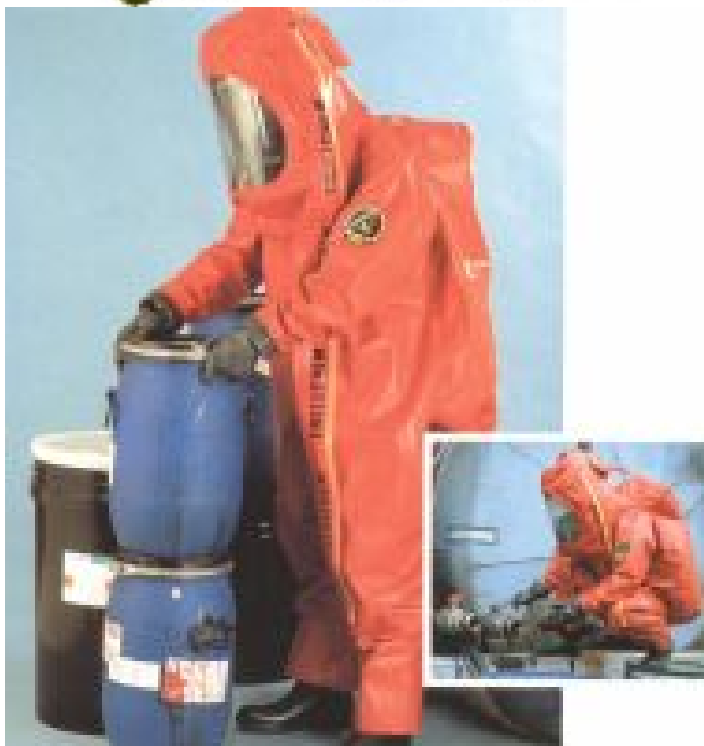




سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران  
حوزه معاونت آموزش و تربیت بدنی

# شیمی حریق



این جزوه حاصل انتخاب محتوا و سرفصل دروسی است که توسط واحد برنامه ریزی آموزش انتخاب و در اختیار مولف قرار گرفته است. بازنگری آن زیر نظر آقای مهندس پرویز رزمیان فر انجام شده است. در اینجا جا دارد از زحمات برادران امید تیغکار و سید امیر کلانتریان که در جهت آماده سازی و تایپ، یاری نموده اند، قدردانی به عمل آوریم. کل این جزوات در دانشکده علوم ایمنی و آتش نشانی تهران تهیه شده است، از زحمات کلیه دست اندرکاران منجمله ریاست محترم دانشکده که این امکان را برای ما فراهم نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی تهران  
حوزه معاونت آموزش و تربیت بدنی

برنامه ریزی محتوا و سرفصل دروس : شورای برنامه ریزی آموزش

نام جزوه : شیمی حریق

مولف : ناصر رهبر

آماده سازی و نظارت بر تهیه : ناصر غفوری

تنظیم: حسین مرتضوی نژاد

صفحه آرا : سید امیر کلانتریان

ویرایش اول

تاریخ انتشار : بهمن ماه 1385

حق چاپ و کپی برداری محفوظ است.

**فهرست مطالب**

3	مقدمه
5	فصل 1: آشنایی با جدول تناوبی عناصر
5	1-1- طبقه بندی مواد
10	1-2- عناصر گروه اول ( فلزات قلیایی )
13	1-3- عناصر گروه دوم ( فلزات قلیایی خاکی )
14	1-4- عناصر گروه سوم ( گروه بور )
15	1-5- عناصر گروه چهارم ( گروه کربن )
15	1-6- عناصر گروه پنجم ( گروه نیتروژن )
17	1-7- عناصر گروه ششم ( گروه اکسیژن )
18	1-8- عناصر گروه هفتم ( هالوژن ها )
22	1-9- عناصر گروه هشتم ( گازهای نجیب )
24	1-10- آزمایشات
25	فصل 2: شناخت واکنش های مواد
25	2-1- مفاهیم اولیه
26	2-2- انواع واکنش های شیمیایی
27	2-3- مواد آلی قابل سوختن
39	2-4- آزمایش
41	فصل 3: شناخت ایمنی مواد شیمیایی
42	3-1- شناخت مواد شیمیایی
44	3-2- علائم شناسایی خطرات مواد
50	3-3- ایمنی عمومی در برابر مواد
56	3-4- مکان های وجود مواد شیمیایی
58	3-5- اثرات کلی مواد شیمیایی روی بدن
60	3-6- شرایط نگهداری مواد شیمیایی
63	فصل 4: توانایی عملیات در حریق ناشی از مواد شیمیایی
63	4-1- انواع حریق و حوادث شیمیایی
63	4-2- ضوابط عملیات در حوادث
63	4-3- فعالیت عملی
67	منابع

## مقدمه

شیمی را می توان به صورت علمی که با توصیف خصوصیات، ترکیب و تبدیلات ماده سرو کار دارد تعریف کرد و یا با بیان دیگر علم شیمی با ترکیب و ساختمان مواد و نیروهایی که این ساختمان ها را بر پا نگهداشته سروکار دارد، اما این تعاریف نارسا است. تأثیر متقابل شاخه های علوم جدید، تشخیصی حدود آنها را مشکل کرده است آن چنان که تقریباً غیرممکن است پهنه ای از علم را محصور کرد و گفت این علم شیمی است و یا این علم شیمی است. لذا خیلی ساده می گوییم آن بخشی از دانش آتش نشانی که با علم شیمی سرو کار دارد را در مجموعه شیمی حریق مورد بحث قرار میدهم.

استفاده از مواد شیمیایی و معدنی از قدیم مورد استفاده انسان بوده و آنها کاربری این مواد را می شناخته اند. حتی گاهی از این مواد در جنگها استفاده می کردند و سمومی از ترکیبات جیوه و آرسینک از صدها سال قبل مورد بهره برداری بوده است.

پس از جنگ جهانی دوم دهها عنصر، صدها ماده معدنی و هزاران ترکیب آلی جدید در اختیار انسان قرار گرفت. استفاده از این مواد در زمینه مبارزه با آفات کشاورزی و پزشکی معمول شد و فرآورده های پتروشیمی و مواد ساخته شده از نفت هر یک به نوبه خود اقلام بی شماری از زندگی روزمره را تأمین نمود. اما همین مواد و فرآورده ها به صورت یک آلاینده عمده، انسان و محیط زیست او را از وجهی دیگر مورد تعرض قرار داده است که هنوز تمامی ابعاد آن شناخته شده نیست.

تفاوت خطر وقوع حوادث شیمیایی با دیگر حوادث در نوع آثار و عوارضی است که از خود بر جای می گذارند. آلاینده های دیگر که در اثر وقوع بلایا و یا حوادث و حریق ها ایجاد می شوند و یا ناشی از ماشینی شدن زندگی بشر هستند در هر شکل در یک فرآیند زمانی میان یا دراز مدت ایجاد مسمومیت می نمایند. می توان هر روشن کردن موتور خودرو و سوخت ناقص در آن را امروز یک حادثه تلقی کرد که بسیار اتفاق می افتد و منجر به آلودگی و مسمومیت می شود اما آثار این آلاینده ها در دراز مدت بروز می کند. اما حوادث شیمیایی اگر چه به ندرت و ناگهانی اتفاق می افتد آثار آن، آبی و یا در کوتاه مدت بروز می یابد، آلودگی سریع، مسمومیت، مسمومیت و مرگ، این نوع و تفاوت مسمومیت را در علم سم شناسی اصطلاحاً به مسمومیت حاد و مزمن تعبیر می نمایند.

ایران اسلامی اکنون در شرایط رشد و و نوسازی صنعتی است. استفاده از مواد شیمیایی در فرآیند صنعتی شدن و تحول در کشاورزی و نوسازی اقتصادی اجتناب ناپذیر است. اما واقعیت این است که برآورده کردن این نیاز بدون عنایت به دانش ایمنی مخصوص آن می تواند فاجعه آفرین باشد.

بدیهی است وقتی نسبت به مواد شیمیایی و آثار و عوارض آن شناخت وجود نداشته باشد تولید کننده، مصرف کننده و نیروهای امدادی در هنگام حوادث، در قبال آن دچار نوعی بی باکی و جسارت کورکورانه و ناخود آگاه می شود و متأسفانه زمانی متوجه خطرات این مواد می گردد که ممکن است مسموم و مصدوم شده و کار از کار گذشته باشد.

در کشور ما شهروندان، کارگران صنایع و آتش نشانان در قبال حوادث ناشی از مواد شیمیایی به شدت آسیب پذیرند. شناخت مشکلات و معضلات موجود در تأمین ایمنی در قبال مواد شیمیایی و همچنین پیشگیری از وقوع حوادث ناشی از مواد شیمیایی بسیار ضروری است. آتش نشانان و نجاتگران همیشه در آخر خط بلا هستند. آنجا که همه باز می مانند از آتش نشانان درخواست کمک می شود. حوادث ناشی از مواد شیمیایی یکی از موارد بسیار خطرناک برای آتش نشانان تلقی می شود، چون بار تمامی کمبودها و نارساییها را در سخت ترین شرایط بر عهده آنان قرار می دهد. فقدان قانون و ضابطه، نبود تجهیزات و امکانات، عدم شناسایی مواد و خطرات آنها و متعاقباً عدم آگاهی از چگونگی مقابله و خنثی سازی در یک شرایط بحرانی و در زمانی اندک بر روش آتش نشانان و نجاتگران قرار می گیرد و همه از آنان توقع معجزه و کار آیی دارند و البته اگر در عملیات ناموفق به مانند تمامی مقصران بزرگ و کوچک بار همه تقصیرها و کوتاهی های خود و دیگران را بر دوش آنان می نهند.

آتش نشانان چون مسئولیت مقابله با این حوادث را به هر شکلی بر عهده دارند بیش از دیگران در معرض آسیب و آلودگی قرار می گیرند. امید آن که در سلسله درسهای شیمی حریق و مواد شیمیایی خطرناک بخشهایی موثر از اطلاعات و دانش مورد نیاز در اختیار شما قرار بگیرد.

## فصل 1 :

### آشنایی با جدول تناوبی عناصر

#### 1-1- طبقه بندی مواد

لاوازیه<sup>1</sup> در کتاب بررسی مقدماتی شیمی که در سال 1789 به چاپ رسید، تعریف نوینی از یک عنصر شیمیایی را پیشنهاد نمود؛ وی اگرچه به غلط نور، گرما و چندین ترکیب ساده را جزو عناصر به شمار آورد ولی 23 عنصر را به درستی شناسایی کرد. طی چهل سال بعدی و بر اساس نتایج حاصله از مواد معدنی، 31 عنصر کشف شد و تا اواخر 1830 تعداد 54 عنصر شناخته شد و تا زمانی که مندلیف<sup>2</sup> و لوتار میر<sup>3</sup> جدول های تناوبی خود را در سال های 1869 و 1870 منتشر کردند در حدود 60 عنصر شناخته شد. مندلیف برای عناصر ناشناخته مکان هایی را در جدول خود خالی گذاشت و خواص آنها را پیشگویی کرد. طبقه بندی بر اساس وزن اتمی بود و وجود گازهای بی اثر پیش بینی نشده بود. لذا در جدول تناقض هایی در زمینه خواص شیمیایی برخی عناصر وجود داشت. مزی در سال 1914 روشی برای اندازه گیری بارهسته ای ابداع کرد و بدین ترتیب کمیت عدد اتمی شناخته شد و نقش آن به عنوان سنگ بنای جدول تناوبی عناصر مورد قبول عموم قرار گرفت.

البته باید در نظر داشت این جدول به منظور مجتمع کردن عناصر با خواص مشابه طرح شده است و جدولی وجود ندارد که از هر نظر کامل باشد زیرا طول تناوبها (تعداد عناصر در هر دوره) ثابت نیستند و با افزایش عدد اتمی، بزرگتر می شوند. در مورد جدول تناوبی عناصر، باید به نکات زیر توجه نمود:

- 1- جدول تناوبی مزی بر اساس افزایش تدریجی عدد اتمی عناصر تنظیم شده است.
- 2- در این جدول، عناصری را که در حال پر کردن ترازهای فرعی S, P می باشند، عناصر اصلی گوییم. گروههای اصلی در جدول تناوبی با حرف A مشخص می شوند.  
مثال: گروه چهارم اصلی IV A
- 3- عناصری را که در حال پر کردن ترازهای f, d می باشند عناصر واسطه یا انتقالی می گوییم. عناصر واسطه از دوره تناوب چهارم به بعد در جدول تناوبی قرار دارند و شماره گروه آنها را با حرف B مشخص می کنند. مثال: گروه ششم واسطه VI B
- 4- آن دسته از عناصر واسطه که در حال پر کردن تراز فرعی F می باشند عناصر واسطه داخلی می گوییم، زیرا لایه داخلی تری از اتم را پر می کنند. عناصر واسطه داخلی در دوره های تناوب ششم و هفتم جدول تناوبی قرار دارند.

1-Lavoisier  
2-Menoleev  
3- Lothar Meyer

- 5- عناصر واسطه داخلی که در دوره تناوب ششم قرار دارند در حال پر کردن تراز فرعی 4F می باشند و آنها را لانتانیدها یا خاک های نادر می گوئیم این عناصر اغلب پایدار و در طبیعت یافت می شوند.
- 6- عناصر واسطه داخلی که در دوره هفتم تناوب قرار دارند، در حال پر کردن تراز فرعی 5F می باشند و آنها را اکتینیدها می نامیم. این عناصر اغلب رادیو اکتیو و مصنوعی هستند.
- 7- عنصر لانتان La در حال پر کردن تراز 5d و عنصر اکتینیم Ac در حال پر کردن تراز 6d می باشند و تراز f را پر نمی کنند بدین ترتیب این دو عنصر، واسطه داخلی نمی باشند.
- 8- تعداد اصلی لایه های الکترونی هر عنصر با شماره تناوب آن عنصر در جدول تناوبی برابر است. بنابراین، تعداد اصلی ترازهای اصلی تمام عناصر یک دوره تناوب برابر است. مثلاً تمام عناصر دوره تناوب چهارم، دارای چهار تراز اصلی می باشند و بر عکس اگر عنصری دارای چهار تراز اصلی باشد در دوره تناوب چهارم از جدول تناوبی قرار دارد.
- 9- در عناصر اصلی فقط الکترونها لایه خارجی اتم در واکنش شرکت می کنند. بنابراین در عناصر اصلی لایه خارجی را لایه ظرفیت آن عنصر می نامیم.
- 10- در عناصر اصلی تعداد الکترونها لایه ظرفیت (لایه ظرفیت) با شماره گروه عنصر برابر است. مثلاً اگر عنصری در گروه VIA باشد در آخرین مدار خود دارای 6 الکترون است و بر عکس اگر یک عنصر اصلی در آخرین مدار خود 5 الکترون داشته باشد آن عنصر در گروه VA قرار دارد مثال عنصر سیلیسیم [  $4) 8) 2) \Rightarrow 3P^2 / 2P^6 / 2S^2 / 1S^2 ]_{14} Si$  3 تراز اصلی (شماره دوره تناوب) دارد و 4 الکترون لایه خارجی آن شماره گروه آن می باشد.

**به طور کلی عناصر یک گروه در ویژگی های زیر مشترک می باشند:**

شماره گروه عناصر اصلی	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A
توضیح: عناصری که با * مشخص شده اند عناصر آمفوتر میباشند یعنی این عناصر همچنین اکسید و هیدروکسید این عناصر، هم با اسیدها و هم با بازهای قوی ترکیب میی شوند.	H							He
	Li	Be*	B	C	N	O	F	Ne
	Na	Mg	Al*	Si	P	S	Cl	Ar
	K	Ca	Ga*	Ge	As*	Se	Br	Kr
	Rb	Sr	In	Sn*	Sb*	Te	I	Xe
	Cs	Ba	Tl	Pb*	Bi	Po	At	Rn
	Fr	Ra						
آرایش الکترونی لایه خارجی (لایه ظرفیت)	S <sup>1</sup>	S <sup>2</sup>	S <sup>2</sup> P <sup>1</sup>	S <sup>2</sup> P <sup>2</sup>	S <sup>2</sup> P <sup>3</sup>	S <sup>2</sup> P <sup>4</sup>	S <sup>2</sup> P <sup>5</sup>	S <sup>2</sup> P <sup>2</sup>
شماره گروه: تعداد الکترونهاي آخرین مدار = بالاترین عدد اکسیداسیون	1	2	3	4	5	6	7	8
شماره گروه - 8 = کمترین ظرفیت غیر فلزات	-	-	-	4	3	2	1	0
فرمول هیدرید عناصر	XH	XH <sub>2</sub>	XH <sub>3</sub>	XH <sub>4</sub>	XH <sub>3</sub>	XH <sub>2</sub>	XH <sub>1</sub>	-
فرمول بالاترین اکسید	X <sub>2</sub> O	XO	X <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	XO <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	XO <sub>3</sub>	X <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	-
(کمترین ظرفیت) - = کمترین عدد اکسیداسیون غیر فلزات				-4	-3	-2	-1	-

**مثال: کمترین و بالاترین درجه اکسیداسیون عنصر فسفر کدام است؟**

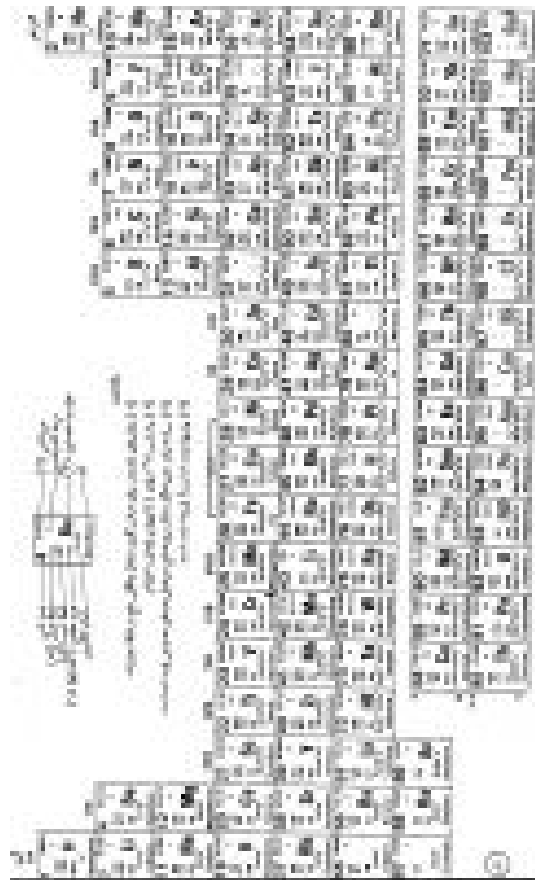
(1) 3و5 (2) 3و-3 (3) 5و-3 (4) 3و-1

این عنصر در گروه پنجم اصلی قرار دارد و بنابراین گزینه 3 درست است.



**نکته :** با حفظ کردن عدد اتمی گازهای بی اثر ( عناصر گروه هشتم اصلی ) می توان به سرعت محل عنصر اصلی را در جدول تناوبی پیش بینی نمود.

شماره دوره تناوب	گاز بی اثر VIIIA	عدد اتمی Z	تعداد عنصر در هر دوره تناوب
n=1	هلیوم He	2	2
n=2	نئون Ne	10	8
n=3	آرگون Ar	18	8
n=4	کریپتون Kr	36	18
n=5	زنون (گزنون) Xe	54	18
n=6	رادون Rn	86	32



حال به بررسی عناصر گروه های اصلی جدول تناوبی می پردازیم و به عناصری که در علم آتش نشانی با آنها بیشتر سروکار داریم پرداخته می شود. لازم به ذکر است حدود 75 درصد از عناصر جدول تناوبی فلز می باشند و تقریباً همه فلزات به صورت پودر و وجود درجه حرارت کافی در هوا قابل اشتعال هستند و حدود 35 درصد فلزات در بهداشت حرفه ای مورد توجه هستند که در ارتباط با تماسهای ناشی از کار قرار دارند.

### 1-2- عناصر گروه اول ( فلزات قلیایی) :

فلزاتی نرم هستند. دانسیته آنها کم و دارای نقطه ذوب پایین می باشند و تمایل زیادی به تشکیل یونهایی با یک بار مثبت  $M^+$  دارند. به سهولت با اکسیژن هوا ترکیب می شوند. میزان فعالیت آنها از Li تا Cs افزایش می یابد. واکنش فلزات قلیایی با آب شدید است و هیدروکسیدهای بوجود آمده بازهای قوی هستند. این فلزات فعال نقره ای می باشند. فرانسیم سنگین ترین عنصر گروه، دارای هیچ ایزوتوپ ثابتی نیست و فقط به شکل رادیو اکتیو موجود است. این فلزات در صنایع شیمیایی نقش مهمی ایفا می کنند و در صورت اشتعال فلز باید از ماسه خشک، پودر خشک و گرافیت استفاده نمود و لازم است از آب پرهیز داده شود. بخارات فلزی آنها باعث التهاب شدید بینی، گلو و دستگاه تنفسی می شود.

لیتیم Li:

عدد اتمی 3، وزن اتمی 6/941 و چگالی آن  $0/534 \frac{gr}{cm^3}$  می باشد. سبکترین عنصر جامد است. فلزی فعال و در بسیاری خواص فیزیکی و شیمیایی همانند عناصر گروه 2 جدول می باشد. از مصارف آن می توان در گریس ها و سرامیک ها، پیل و فرایند انتقال حرارت در راکتور هسته ای نام برد. واکنش این فلز با آب بی نهایت شدید است و با کربن مستقیماً واکنش داده و تشکیل کربید  $Li_2C_2$  می دهد. لیتیم نمی تواند بدون حرارت با کلر واکنش دهد ولی با الکل ها واکنش داده و تولید هیدروژن می نماید. به علت فعالیت زیاد با بسیاری از مواد دیگر واکنش داده و در ترکیبهای متعددی حضور یافته که خارج از بحث این کتاب می باشد. این فلز در هوا با حرارت 200 درجه سانتیگراد به سرعت می سوزد. با آب به آهستگی واکنش و  $H_2$  آزاد می کند. خطر آتش سوزی و انفجار آن کمتر از سایر فلزات هم گروه خود می باشد. لیتیم روی کلیه ها اثر سمی دارد.



سدیم Na:

عدد اتمی 11، وزن اتمی 23 چگالی آن  $0/967 \frac{gr}{cm^3}$  می باشد. فلزی نرم، سبک و نقره ای است. به علت فعالیت در ترکیب های بسیاری حضور داشته و خالص آن در طبیعت یافت نمی شود. سدیم فلزی است که از طریق الکترولیز تولید می شود. کاربرد آن در تهیه ترکیباتی مانند پراکسید هیدروژن، NaOH و NaH و تهیه دارو و ساخت چراغ مه شکن و عامل خنک کننده در راکتور هسته ای می باشد.

**مخاطرات:** خاصیت آن در تأثیر پذیری شدید است که باعث فراهم شدن زمینه های آتش سوزی و انفجار و خطرهایی که به بدن صدمه می رساند می شود. این فلز به راحتی اکسید شده و در حالت های جامد و بخار در معرض هوا در حرارت بالای 115 درجه سانتیگراد خود به خود مشتعل می شود. همچنین به شدت با بسیاری از حلال های معمولی و به خصوص با الکل های بدون آب واکنش می دهد. واکنش آن با آب، شدید و انفجار آمیز است. هیدروژن آزاد شده و حرارت مناسب اشتعال، از طریق گرمای واکنش تأمین می شود، به علت همین خطرات، سدیم در مخازن فلزی، تحت نیتروژن یا نفت نگهداری می شود.

پتاسیم k:

عدد اتمی 19، وزن اتمی 39/1 و چگالی 0/86. فلزی نرم، نقره ای و قابل تغییر شکل است. مصرف آن در صنایع شیمیایی و عامل خنک کننده در راکتور هسته ای است. پتاسیم در زمینه خصوصیات شیمیایی شبیه سدیم بوده و در تماس سبب سوختگی شدید پوست و چشم می شود. در مخازن تحت نفت یا نیتروژن نگهداری می شود. انبار نگهداری آن باید خشک و خنک و دارای تهویه باشد.

رابیدیم Rb:

عدد اتمی آن 37، وزن اتمی 85/47 و چگالی 01/53 است. فلزی نرم و سفید و نقره ای است و در معدودی معادن یافت می شود این فلز در هوا خودبخود مشتعل می شود و تولید بخار اکسید با درجه بالای خورندگی میکند بدین ترتیب این عنصر باید در شرایطی باشد که احتمال تماس آن با هوا و آب وجود نداشته باشد. خطرهای راه های پیشگیری که در مورد سدیم ارائه شده در مورد رابیدیم نیز می تواند صادق باشد.

سزیم Cs:

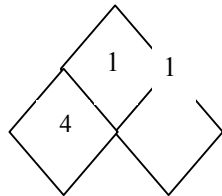
عدد اتمی آن 55 و وزن اتمی 132/9 و چگالی 1/87 می باشد. سزیم نیز عنصری فعال بوده و در ترکیب های متعددی حضور دارد. سزیم فلزی است که در هوای مرطوب به صورت خودبخود در هوا قابلیت اشتعال داشته و تولید دوده های سوزاننده و خورنده می نماید. خطرات آن مانند سدیم بوده و همچنین سمی نیز می باشد.

فرانسیم Fr:

عدد اتمی آن 87 و وزن اتمی آن 223 می باشد این عنصر منتشر کننده اشعه های آلفا و بتا بوده و در راکتورهای هسته ای کاربرد دارد. احتمالاً مقدار بسیار کمی از فرانسیم در پوسته زمین یافت می شود.

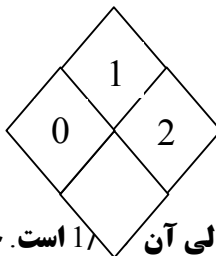
### 1-3- فلزات قلیایی خاکی (گروه دوم عناصر)

سخت تر و متراکم تر از فلزات قلیایی هستند و به سهولت ایجاد یونهایی با بار مثبت  $M^{2+}$  می کنند. اما فعالیت آنها در مقایسه با فلزات قلیایی بسیار کمتر است. هیدرواکسیدهای آنها بازهای قوی هستند و در آب به مقدار بسیار کم محلول می باشند. اما بطور استثناء  $Ba(OH)_2$  و  $Ra(OH)_2$  نسبتاً در آب محلول می باشند.



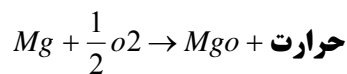
بریلیم (بصورت پودر) Be :

عدد اتمی 4 وزن اتمی 9 و چگالی  $1/85 \text{ gr/cm}^3$  دارد. فلزی است نقره ای شبیه AL. در سیستمهای کامپیوتر، راکتور نوترونی و آلیاژ Al - Cu بکار می رود. گرد و غبار آن در هوا تشکیل مخلوط قابل انفجار می دهد. با برخی از اسیدهای قوی واکنش نموده و تولید  $H_2$  می نماید. که هیدروژن حاصل در هوا تشکیل یک مخلوط قابل اشتعال یا انفجار می دهد. این فلز فوق العاده سمی بوده و بر روی دستگاه تنفسی و چشم ها اثرات نامطلوب دارد. برای اطفاء از پودر خشک و ماسه خشک استفاده شود. بریلیم را در مخازن استیل نگاهداری می کنند.

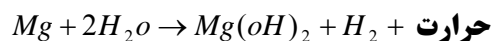


منیزیم Mg :

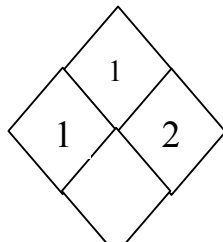
عدد اتمی آن 12. وزن اتمی  $24/3$  و چگالی آن  $1/7$  است. خواص و خطرات آن شبیه بریلیم می باشد. به علت سبکی و مقاوم بودن، آلیاژهای آن در ساختمان هواپیما و اتومبیل بکار می رود و به علت سرعت سوختن و تولید نور سفید و درخشان و حرارت زیاد، جهت تهیه بمب های آتش زا و ساخت وسایل آتش بازی مصرف می شود. پودر آن با هوا یک مخلوط قابل انفجار تشکیل می دهد که با ایجاد جرقه احتمال انفجار وجود دارد. قطعات بزرگتر آن جهت اشتعال به حرارت بیشتری نیاز دارد. با آب بسیار تولیدها می نماید. هیدروژن حاصل قابل اشتعال و یا انفجار می باشد. با مواد اکسید کننده و محلول ید یا برم یا کلر ترکیبات خطرناک تشکیل می دهد.



فرمول سوخت



فرمول واکنش با آب



#### کلسیم Ca :

فلزی است نرم و نقره ای رنگ، ولی در معرض هوا، جلای آن از بین رفته است و تبدیل به خاکستری سفید می شود. هنگامی که در هوا تا درجه حرارت اشتعالش حرارت داده شود بدون اینکه ذوب شود یا جاری شود به آرامی می سوزد. کلسیم با آب واکنش نموده و تولید هیدروژن و قلیا می نماید.

1-4- گروه سوم (گروه بور):

تمایل به تشکیل یونهای  $M^{3+}$  دارند. اکسیدهای فلزات این گروه علاوه بر خاصیت اسیدی، دارای خاصیت بازی نیز می باشند. به عبارت دیگر دو خصلتی هستند که به آن آمفوتر گویند.

#### بور، بر B :

عنصری است غیر فلزی با عدد اتمی 5، جرم اتمی 10/81 و دارای دو ایزوتوپ پایدار است. به حالت جامد سیاه رنگ و سخت است، به صورت گرد قهوه ای و بی شکل است و به صورت بلور در می آید، بسیار فعال است، ولی سمیت آن ضعیف است. آمفوتر است، و ترکیبهای سختی با کربن و نیتروژن می دهد. گرد آن فوری در هوا آتش می گیرد و احتمال انفجار نیز وجود دارد. با فلزات در بالای 900 درجه سانتیگراد واکنش گرمازا می دهد و با HI (دیدید نیدروژن) منفجر می شود. مصرف آن در تولید آلیاژها می باشد.

#### آلومینیوم AL :

عنصری فلزی با عدد اتمی 13، جرم اتمی 26 می باشد. مقدار آن در پوسته زمین فراوان است و از این لحاظ سومین عنصر است. به حالت آزاد در طبیعت یافت نمی شود و سمی نیست. فلزی نقره ای مایل به آبی، بسیار سبک، صیقل پذیر و کشش پذیر است.

به صورت ورقه، پولک، میله، شبکه، سیمی، دانه و گرد در دسترس است. گرد نرم آن در هوا تشکیل مخلوط های اشتعال و انفجار پذیر می دهد. کاربرد آن در صنعت بسیار وسیع و گسترده است.

گروه چهارم (گروه کربن) :

در این گروه تمایل به عدد اکسیداسیون +4 دیده می شود و واضح است که در این گروه کربن دارای کمترین و سرب دارای بیشترین ویژگی فلزی است.

کربن دارای دو آلوتروپ (چند شکلی) بلوری است (الماس و گرافیت) و چندین آلوتروپ بی شکل (زغال، کک، کربن سیاه و زغال چوب) دارد. کربن دارای دو ایزوتوپ پایدار و 4 ایزوتوپ رادیواکتیو است.

ایزوتوپ کربن 12 که 99٪ عنصر را شامل می شود استاندارد است که نسبت به آن جرمهای اتمی همه عناصر دیگر سنجیده می شود. یک مول اتمهای کربن  $(6/02 \times 10^{23})$  دارای 12 گرم کربن 12 است. این عنصر در همه ترکیبهای آلی و تعداد کمی ترکیبات غیر آلی یافت می شود (اکسیدهای کربن، دی سولفید کربن، کربنات های فلزی مانند کربنات کلسیم)، کربن بی شکل که به صورت متخلخل شبیه شانه زنبور عمل ساخته می شود در خالص سازی هوا و آب و بوزدایی و در ماسک های ضد گاز کاربرد دارد. کاربرد انواع کربن بسیار گسترده است.

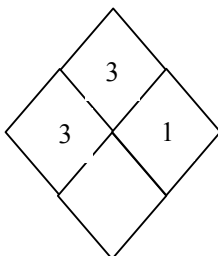
سیلیسیم عنصری غیر فلزی بوده و پس از اکسیژن از نظر فراوانی دومین عنصر به شمار می رود (25٪ پوسته زمین) و گرد آن اشتعال پذیر است. مصرف آن در بیشتر آلیاژها متفاوت می باشد. ژرمانیم عنصری غیر فلزی است اما دارای خواص فلزی و شبه فلزی است و به همین علت اهمیت زیادی در مهندسی الکترونیک دارد؛ سرب، بلع و تنفس آن به صورت گرد یا دود سمی است و ترکیبات سرب نیز سمی می باشد.

#### گروه پنجم (گروه نیتروژن):

تنها دارای یک عنصر با خواص فلزی می باشد و آن بیسموت است. ازت و فسفر غیر فلز و آرسنیک و آنتیموان شبه فلز هستند. نام ازت امروز دیگر متداول نیست و نام دیگر این عنصر نیتروژن است. نیتروژن گاز دو اتمی بی بو و بی مزه که حدود  $\frac{4}{5}$  حجم هوا را تشکیل می دهد و از نظر شیمیایی غیر فعال است. ترکیبات نیتروژن برای تهیه کود، اسید نیتریک و ساخت مواد منفجره کاربرد بسیار دارد. فسفر عنصری غیر فلزی با عدد اتمی 15 است و ظرفیت های 1 و 3 و 4 و 5 دارد. آلوتروپ های آن فسفر سفید (یا زرد) فسفر قرمز و فسفر سیاه است. دارای چندین ایزوتوپ رادیواکتیو مصنوعی با عدد جرمی 29 تا 34 است.

#### فسفر سفید یا معمولی یا زرد P

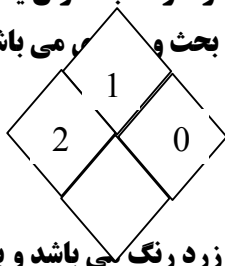
جسمی است جامد و نیمه شفاف که در صورت خلوص سفید رنگ بوده و در معرض نور به سرعت زرد رنگ می گردد. در کبریت سازی، ساخت شیشه های مخصوص، شبرنگ ها و دستگاه های الکتریکی مصرف می گردد. در تماس با هوا در دمای بالاتر از 30 درجه سانتیگراد مشتعل می شود. در تماس با گاز هیدروژن تولید هیدروژن فسفره  $PH_3$  نموده که آتش گیر می باشد.







می شوند. اکسیژن عنصری غیر قابل اشتعال می باشد. اکسیژن به صورت سه اتمی را اوزن گویند که گازی به رنگ آبی کم رنگ است (علت آبی بودن آسمان) و چگالی آن 1/5 برابر اکسیژن است. تنفس آن سمی و سوزش آور قوی است. هنگامی که در تماس با مواد آلی قرار می گیرد خطر آتش سوزی و انفجار دارد. دمای لازم برای واکنش بین اوزن و بسیاری از مواد پایین تر از دمای واکنش بین اکسیژن و همین مواد است. تهی سازی لایه اوزن در استراتوسفر که به عنوان یک سپر در مقابل نفوذ اشعه فرابنفش نور خورشید عمل می کند سال هاست که مورد بحث و بررسی می باشد.



گوگرد (سولفور) به صورت کریستال یا پودر زرد رنگ می باشد و به صورت قطعات استوانه ای یا گرد نرم به فروش می رسد. در کبریت سازی و ساخت ترکیبات گوگرد دار و صنایع لاستیک بکار می رود. جامد قابل اشتعال بوده و به سرعت مشتعل می شود. غبارات یا بخارات آن با هوا تشکیل یک مخلوط قابل انفجار می دهد. نقطه شعله زنی آن 207 درجه و حرارت اشتعالش 232 درجه سانتیگراد است. در ترکیب با مواد اکسید کننده تشکیل یک محلول قابل انفجار می دهد. مخلوط نیترات پتاسیم (شوره) با گوگرد نیز در اثر ضربه یا شعله منفجر می شود. بخارات آن سبب تحریکات پوستی، چشمی و ریوی می گردد و در اثر سوختن تولید گاز سمی دی اکسید گوگرد  $SO_2$  می نماید. جهت اطفاء لازم است از آب به صورت اسپری استفاده شود.

#### 1-8- گروه هفتم - گروه هالوژن ها :

شدیداً غیر فلز هستند و فعالیت آنها بسیار زیاد است. هیدریدهای آنها اسید های قوی هستند در صورتیکه HF قدرت اسیدی متوسطی دارد. اکسیدهای I, Br, Cl, اسیدی میباشند. هالوژنها در شرایط معمولی به صورت ملکول های دو اتمی هستند. فلوئور قویترین اکسنده است. خاموش کننده های هالوژنه به علت گستردگی خود بحث مستقلی را نیاز دارد.

فلوئور گازی زرد کم رنگ با بوی تند و زننده در خمیر دندان و گاز فرئون (یخچال های برقی) و خاموش کننده ها مصرف می شود. گازی است شدیداً فعال و با مواد اکسیدشونده در حرارت معمولی به طور خیلی شدید واکنش می دهد که این عمل غالباً با شعله همراه می باشد. در واکنش با اسید نیتریک تولید گاز قابل انفجار نیترات فلوئور ( $NO_3F$ ) می نماید. سدیم و پتاسیم در گاز فلوئور آتش می گیرند. فلوئور گازی است سمی و سبب تحریک شدید چشم، پوست و دستگاه تنفسی می شود و در سیلندرهای استیل مخصوص حمل و نگهداری می شود.

### گاز کلر :

تاریخچه این گاز حدود 2/5 قرن پیش در سوئد کشف گردید. نخستین باری که گاز کلر در مصرف گندزدایی در تصفیه آب آشامیدنی استفاده شد. در سال 1896 و مخصوصاً در سال 1897 به دلیل شیوع بیماری تیفوئید در انگلستان بود که کلر برای استریل نمودن خطوط انتقال آب آشامیدنی مورد استفاده قرار گرفت.

### معرفی :

این گاز را با علامت CL نشان می دهند. آتش گیر نبوده و به صورت مایع یا گاز با بسیاری از مواد قابلیت ترکیب شدن دارد.

عنصری است غیر فلزی و جزء هالوژن ها، دارای عدد اتمی 17، در گروه 7 جدول تناوبی بوده و دارای خاصیت الکترونگاتیویته قوی است.

### خواص فیزیکی و شیمیایی کلر :

کلر به دو صورت گاز و مایع وجود دارد. در شرایط محیط به صورت گاز بوده و رنگ آن سبز متمایل به زرد می باشد.

کلر به خودی خود غیر قابل اشتعال است اما چون اکسید کننده قوی است می تواند در معرض بعضی از مواد باعث اشتعال گردد. بویی تند و تحریک کننده دارد و حلالیت آن در آب 0/64 گرم در 100 گرم آب است. وزن مخصوص آن 3/21 گرم بر لیتر است. (این فاکتور در مورد هوا 1/29 می باشد.)

گاز کلر اگر خشک باشد در دمای کمتر از 100 درجه سانتیگراد بر روی آهن و برنج تأثیر زیادی ندارد، بنابراین جهت نگهداری و انتقال آن میتوان از مخازن و لوله های فولادی و اتصالات فشار قوی برنجی استفاده نمود، اما در صورتی که گاز مرطوب باشد به شدت بر آهن و اکثر فلزات اثر کرده، خوردگی بوجود می آورد و باعث پوسیدگی و سوراخ شدن مخازن و خطوط لوله می گردد.

گاز کلر به سهولت توسط ذغال چوب جذب شده، در تراکلور کربن و سایر هیدروکربن های هالوژن دار حل می شود. کلر در دمای 25 درجه سانتیگراد تحت فشار 7/86 اتمسفر به مایع تبدیل می شود و در فشار یک اتمسفر در دمای 35 درجه سانتیگراد می توان آن را به مایع تبدیل کرد. جهت استفاده و حمل و نقل گاز کلر، آن را تحت فشار 8 اتمسفر فشرده نموده و به درون سیلندرهای مخصوص شارژ می نمایند. یک لیتر گاز کلر مایع حجمی معادل 456/8 لیتر گاز در دمای صفر درجه و فشار یک اتمسفر ایجاد می کند. هدایت الکتریکی کلر بسیار پایین است. عامل اکسید کننده بسیار قوی می باشد. در تماس با پوست بدن ایجاد سوختگی شدید می نماید.

### رابطه حجم کلر مایع و گاز کلر :

در اثر تبخیر یک حجم کلر مایع 460 حجم گاز کلر تولید می گردد.

در اثر تبخیر کلر مایع روی پوست یا لباس، دما به شدت کاهش یافته و سرمازدگی موضعی ایجاد می شود.

### واکنش با آب :

کلر به میزان جزئی در آب حل شده و محلول اسیدی ضعیفی شامل هیپوکلرو و اسید کلریدریک تولید می کنند. کلر با بسیاری از مواد آلی وارد واکنش می گردد که برخی از این واکنش ها شدید یا انفجاری هستند. لذا دور نگه داشتن مواد آلی نظیر روغن ها، حلال ها و سایر هیدروکربن ها از محل ذخیره و مصرف کلر از جمله اقدامات ایمنی است.

### روش های تولید :

1- الکترولیز محلول کلرید سدیم

2- الکترولیز نمک مذاب

3- الکترولیز اسید کلریدریک

4- اکسیداسیون کلرید هیدروژن

### موارد مصرف :

در تصفیه آب جهت ضد عفونی نمودن آب آشامیدنی استفاده می شود، این ماده آب را استریل کرده، جلورشد میکروارگانیسم ها را می گیرد.

در کارخانجات پارچه بافی - در صنعت کاغذ سازی برای سفید کردن خمیر کاغذ - استفاده در صنایع صابون سازی و مواد پاک کننده و سفید کننده، ساخت حلالها، تولید پی وی سی، تولید نئوپرن، مواد ضد یخ، تولید مواد شیمیایی معدنی و بسیاری مواد دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

### تأثیرات نشت گاز :

تأثیرات نشت گاز کلر بر حسب میزان تنفس متفاوت می باشد.

0/2-0/4 PPM : آستانه بو و بدون خطر

1-3 PPM : مرحله ضعیف همراه با سوزش مجاری تنفسی تا یک ساعت

5-15 PPM : مرحله متوسط همراه با سوزش شدیدتر مجاری تنفسی

30 PPM : همراه با درد سریع سینه، استفراغ و سرفه

40-60 PPM : مسمومیت شدید

430 PPM : مرگ بعد از 30 دقیقه

1000 PPM : مرگ بعد از چند دقیقه.

اگر فرد در محل نزدیک به نشت کلر بدون استفاده وسیله حفاظتی تنفسی مدت کوتاهی بماند مرگ او

حتمی است.

### کمک های اولیه

در صورتی که مصدوم بیهوش یا متشنج است هرگز چیزی از راه دهان به او نخورانید.

الف : استنشاق ( در صورتی که تنفس مصدوم قطع شده باشد ) :

1- مصدوم را به فضای باز منتقل کنید

- 2- لباس های آلوده او را بیرون بیاورید.
  - 3- احیاء تنفسی را هر چه سریعتر آغاز کنید.
  - 4- به کمک فردی مجرب هر چه سریعتر به مصدوم اکسیژن مرطوب وصل نمایید.
- ب- (اگر مصدوم تنفس طبیعی دارد) :
- 1- او را به محیطی با هوای تازه منتقل نمایید.
  - 2- شخص را در وضعیت راحت روی یک صندلی قرار دهید یا او را بخوابانید، بطوریکه موقعیت سر نسبت به بدن در حالت 45 درجه و 60 درجه قرار گیرد.
  - 3- مصدوم را به تنفس آرام تشویق نمایید.
  - 4- مصدوم را گرم نگهدارید و اجازه دهید استراحت کند.
- در صورت تماس کلر مایع با پوست یا لباس فرد باید سریعاً زیر دوش قرار گیرد و لباسهای آلوده شده او در زیر دوش بیرون آورده شود. مناطق تماس یافته با کلر مایع باید با مقادیر فراوان آب و حداقل به مدت 15 دقیقه و یا بیشتر شسته شود.
- تماس گاز کلر با پوست باعث سوزش آن می گردد. اگر پوست شدیداً آسیب دیده باشد از خنثی کردن آن و یا استفاده از پماد یا هر گونه التیام دهنده دیگر خودداری نمایید.
- در صورتی که پوست شکننده یا ناول زده باشد پس از ضد عفونی کردن قسمتهای آسیب دیده مصدوم را به پزشک برسانید. در صورت تماس با چشم بلافاصله و حداقل به مدت 15 دقیقه با جریان سریعی از آب ولرم و یا جریان مستقیمی از آب بشوید.
- انواع سیلندرهای کلر مایع :
- سیلندر ایستاده: هر نوع سیلندر که ظرفیت کلر مایع از 68 کیلو گرم بیشتر نباشد و دارای یک شیر بوده و بصورت ایستاده حمل می شود.
- مخزن یک تنی :
- هر نوع مخزن که ظرفیت کلر مایع آن بیشتر از 68 کیلوگرم باشد و دارای دو شیر بوده و بصورت افقی حمل می شود. این سیلندر در حدود 800 کیلو گرم ظرفیت کلر مایع آن است؛ ضخامت ورق آنها بیشتر از 10 میلیمتر بوده و وزن خالی سیلندر بسته به ضخامت ورق در حدود 540 کیلوگرم می باشد.
- 1-9- گروه هشتم - گازهای نجیب :
- ویژگی مهم این گروه پایین بودن فعالیت شیمیایی آنها است. عناصر این گروه به صورت گازهای یک اتمی و بی رنگ در طبیعت وجود دارد. همه آنها در جو یافت می شوند. تاکنون 25 ترکیب از عناصر سنگین تر این گروه تهیه شده اند. از آرگون برای پر کردن لامپ های روشنایی الکتریکی استفاده می شود و لوله های تخلیه الکتریکی که محتوی گاز نئون در فشار پایین هستند به عنوان لامپ های نئون به کار می روند. رادون به عنوان منبع ذرات  $\infty$  در معالجه سرطان مورد استفاده قرار می گیرد.
- خاصیت رادیو اکتیوی :

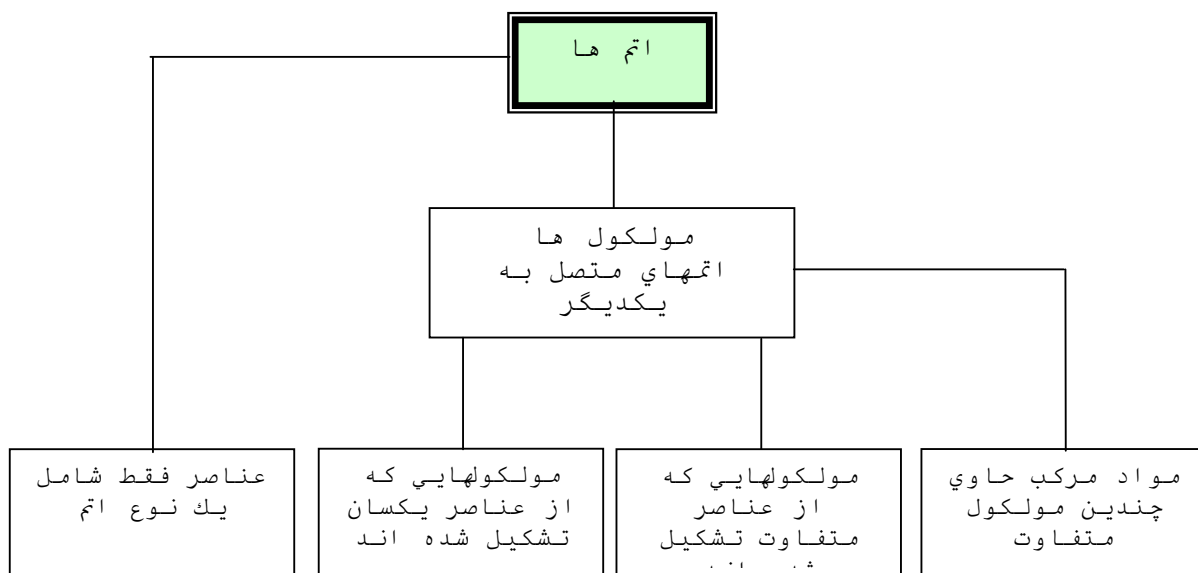
اگر عده نوترون های هسته یک اتم بیش از یک و نیم برابر عده پروتونهای هسته ای آن اتم باشد، آن هسته ناپایدار می باشد، و ممکن است رادیو اکتیو باشد، یعنی از آن نوعی اشعه نامرئی خارج می شود که میتواند یون ساز یا غیر یون ساز باشد، که نوع یون ساز آن خطرناک می باشد. حال که با عناصر به خوبی آشنا شدیم لازم است در مورد دیگر مواد نیز اطلاعاتی داشته باشید.

در طبیعت دو دسته از مواد وجود دارد:

1- آنهایی که یک ماده شیمیایی دارند

2- آنهایی که مخلوط هستند.

ماده خواه ساده باشد یا مرکب، از میلیون ها ذره تشکیل شده است که به آنها مولکول گفته می شود. مخلوط شامل بیش از یک نوع ذره است اما ماده ساده فقط یک نوع ذره دارد. این ذره میتواند یک اتم و یا یک مولکول باشد. اتمها یا همان عناصر سنگ بنای همه مواد هستند که به تفصیل مورد بررسی قرار می گیرند.



### 10-1- آزمایشات

#### آزمایش 1: مشاهده عناصر

تعدادی از عناصر گروه های اول تا هفتم به صورت خالص ( جامد، مایع یا گاز ) در آزمایشگاه توسط دانش آموزان مشاهده شود.

#### آزمایش 2: واکنش سدیم و آب

ابتداء یک بشر 250 سی سی را برداشته و توسط استوانه مدرج ( مزور ) پنج سی سی آب مقطر به آن اضافه می نمایم. سپس توسط اسپاتول ( قاشق فلزی ) به اندازه یک دانه عدس از فلز سدیم را با احتیاط برداشته و به بشر اضافه می کنیم. مشاهده خود را یادداشت کنید. بار دیگر همین کار را تکرار کرده و این بار یک کاغذ نازک باریک و بلند روی سدیم داخل آب، با فاصله کم می گیریم. مشاهده ات خود را یادداشت کنید و توضیح دهید چرا کاغذ شعله ور می شود.

#### آزمایش 3: سوختن منیزیم

چند گرم نوار منیزیم را روی توری فلزی گذاشته و با کبریت آنرا آتش بزنید. هنگامیکه به صورت داخه در آمده و در حال سوختن است چند قطره اب روی آن بریزید. مشاهدات خود را یادداشت نمایید.

## فصل 2:

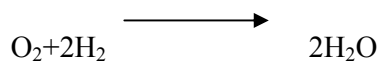
### شناخت واکنش های مواد

#### 2-1- مفاهیم اولیه

نماد شیمیایی : شیمیدان ها برای نمایش اتم ها، عنصرها و ترکیب ها از یک زبان جهانی استفاده می کنند در این زبان حرفها را نمادهای شیمیایی گویند. مانند : H، Na، Fe

فرمول شیمیایی: کلمه های این زبان علمی را فرمول شیمیایی گویند. هر فرمول شیمیایی نمایانگر یک ترکیب شیمیایی است. فرمول شیمیایی هر ماده، با کمک نمادهای شیمیایی عنصرهای سازنده آن مشخص می شود. مانند: O، CH<sub>4</sub>، CO<sub>2</sub>

معادله شیمیایی: جمله ها یا عبارت های زبان شیمی معادله های شیمیایی هستند. هر معادله شیمیایی آن چه را در یک واکنش شیمیایی روی می دهد به طور خلاصه بیان می کند.

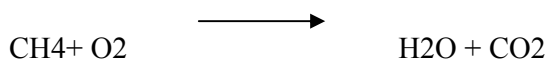
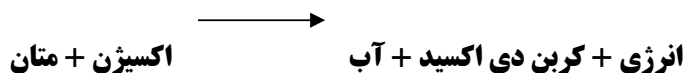


واکنش شیمیایی: شامل شکسته شدن پیوند های شیمیایی و تشکیل پیوندهای جدید است، در واکنش شیمیایی، آرایش اتم ها در مولکول ها تغییر می کند و به این ترتیب مواد تازه ای بوجود می آید. خواص این مواد جدید با خواص مواد اولیه تفاوت دارد. از واکنش دو مولکول هیدروژن (2H<sub>2</sub>) و یک مولکول اکسیژن (O<sub>2</sub>) دو مولکول آب (2H<sub>2</sub>O) تولید می شود. معادله آن در بالا آورده شده است.

مواد شرکت کننده در واکنش را واکنش دهنده ها می گویند. در واکنش ها شیمیایی، واکنش دهنده را در سمت چپ می نویسند. ماده یا مواد تازه ای که از واکنش دهنده ها بدست می آید، محصول (فرآورده) نامیده می شود و محصول را در سمت راست معادله می نویسند.

در هر صورت مجموع جرم واکنش دهنده ها با مجموع جرم محصولات برابر است. زیرا براساس قانون پایستگی در یک واکنش شیمیایی تعداد اتمها تغییر نمی کند بلکه تنها از یک آرایش به آرایشی دیگر در می آیند. همچنین واکنش های شیمیایی ممکن است با آزاد کردن انرژی به صورت گرما، نور یا صوت همراه باشند و تولید یک گاز، تشکیل یک رسوب یا یک تغییر رنگ را در پی داشته باشند.

سوختن یک واکنش شیمیایی است، برای مثال سوختن متان را که به تولید کربن دی اکسید و آب می انجامد می توان با معادله های زیر نوشت:



براساس قانون پایستگی تعداد اتمها در دو طرف معادله واکنش تغییر نمی کنند و باید یکسان باشند در غیر این صورت معادله واکنش را موازنه نشده می گویند و مثال بالا موازنه نشده است. باید کار بردن ضریب 2 برای H<sub>2</sub>O (در سمت راست) و O<sub>2</sub> (در سمت چپ) معادله واکنش را موازنه می کنیم.



تعداد اتمهای C 1

1

تعداد اتمهای H 4

4

تعداد اتمهای O 4

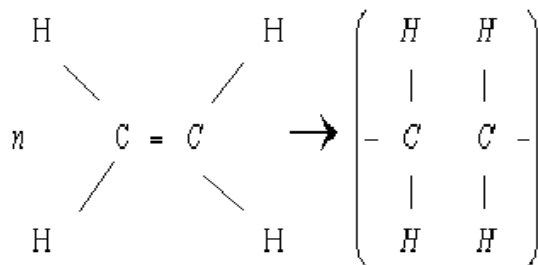
4

### 2-2- انواع واکنش های شیمیایی

صدها نوع واکنش شیمیایی وجود دارد ولی می توان آنها را در پنج نوع کلی زیر طبقه بندی کرد.  
2-2-1- واکنش ترکیبی: که در آن چند ماده با هم ترکیب می شوند و محصولات تازه ای با ساختاری پیچیده تولید می کنند. در زیر چند نمونه از این واکنش ها را مشاهده می کنید.

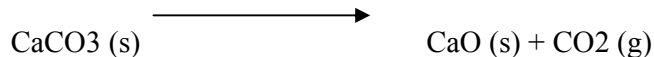


واکنش پلیمر شدن (بسیارش) که طی آن درشت مولکول هایی به نام پلیمر (بسیار) بدست می آید نیز از جمله واکنش های ترکیبی هستند.



### 2-2-2- واکنش تجزیه

واکنشی است که در آن یک ماده به مواد ساده تری تبدیل می شود. کربنات ها و بیکربنات ها بر اثر گرما تجزیه می شوند و گاز دی اکسید کربن آزاد می کنند.



ترکیب هایی مانند نیترات ها و کلات ها بر اثر گرما اکسیژن آزاد می کنند. که به آنها عوامل اکسید کننده گزینه اکسید کننده ها موادی هستند که در صورت غیر آلی بودن خودشان نیم سوزند ولی به هنگام تجزیه از خود اکسیژن آزاد می نمایند که این اکسیژن آزاد شده می تواند کمک مؤثری در واکنش سوختن باشد بعضی از این ترکیبات در درجه حرارت محیط نسبتاً ثابت هستند ولی با افزایش درجه حرارت، بشدت خطرناک خواهند شد. برخی از عوامل شناخته شده عادی اکسایش به شرح زیر هستند:

الف) اسیدنیتریک و نیترات های مورنی



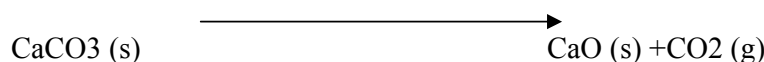
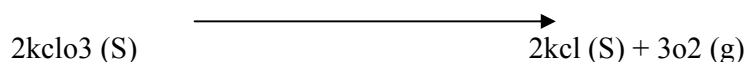
ب) پرمنگنات ها

ج) کلرات ها

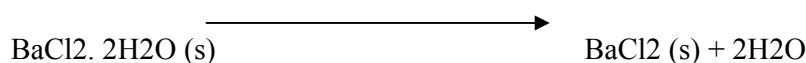
د) کروماتها و دی کرومات ها

و) پراکسیدها و هیدرو پراکسید های آلی

هـ) پراکسید های معدنی (غیر آلی)

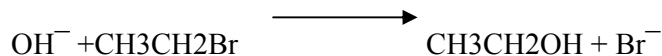
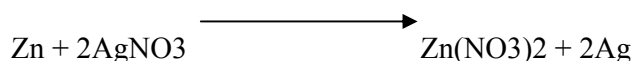
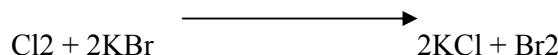


واکنش از دست دادن آب تبلور نمک ها بر اثر گرما نیز از دسته واکنش های تجزیه است.

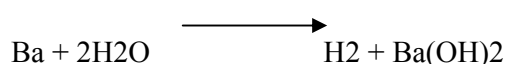
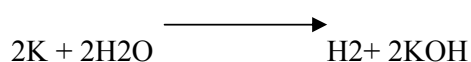


2-2-3- واکنش جابه جایی یگانه

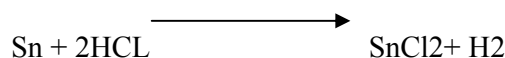
در واکنش جابجایی یگانه، یک عنصر یا یون جایگزین عنصر یا یون دیگری در یک ترکیب می شود. واکنش های جابجایی را جانشینی با جایگزینی نیز می نامند (معادله های شیمیایی زیر مثال هایی از واکنش های جابجایی یگانه هستند).



واکنش فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی با آب به تولید گاز هیدروژن می انجامد. این دسته از واکنش ها نیز از جمله واکنش های جابجایی یگانه به شما می روند.

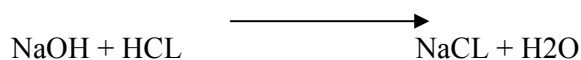


واکنش پذیری فلزهای دیگر با آب کم تر از فلزهای قلیایی خاکی است. از این رو برخی از آنها می توانند با اسیدها واکنش دهند و گاز هیدروژن تولید کنند.

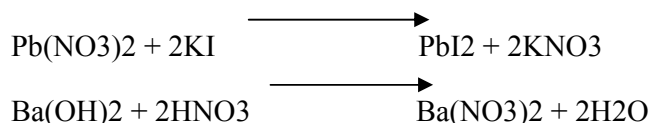


2-2-4- واکنش جابجایی دوگانه

در این نوع واکنش جای دو عنصر در دو ترکیب با هم عوض می شود. واکنش های رسوبی که در آنها مخلوط کردن محلول دو نمک به تشکیل یک نمک نا محلول می انجامد، از مهمترین واکنش ها در این دسته است. واکنش اسیدها و بازها هم از این دسته واکنش هاست.



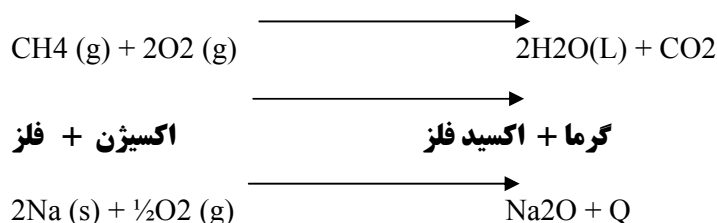
معادله های شیمیایی زیر مثال های دیگری از واکنش های جابجایی دوگانه را نشان می دهند.



### 2-2-5- واکنش سوختن

به واکنشی سوختن می گویند که طی آن یک ماده به سرعت با اکسیژن ترکیب و طی آن مقدار زیادی انرژی به صورت نور و گرما آزاد می شود. امروزه هنوز هم از واکنش سوختن برای تولید انرژی استفاده می شود، زیرا سوختهای فسیلی اصلی ترین و ارزاترین منبع تولید انرژی هستند توجه داشته باشید هر کشوری که انرژی بیشتری مصرف کند آتش سوزی های بیشتری را نیز خواهد داشت.

بجز سوختن هیدرو کربن ها، واکنش فزهای قلیایی و قلیایی خاکی (به جزء Be) و نیز بعضی ترکیب های دیگر با اکسیژن از نوع سوختن هستند و با آزاد کردن گرما و نور شدید همراه هستند.

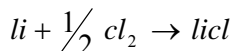
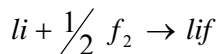
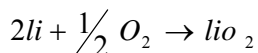
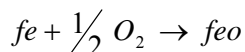
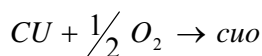


با توجه به اهمیت واکنش های سوختن در آتش نشانی، عوامل مؤثر در این واکنش ها را توضیح می دهیم :

- 1) اکسید اسیون و احیاء
- 2) حرارت زایی
- 3) خود بخود سوزی - پایداری
- 4) عوامل تولید اکسیژن برای واکنش های سوختن

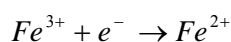
### 1- اکسیداسیون و احیاء :

اساساً اکسیداسیون به معنی ترکیب شدن با اکسیژن می باشد ولی مفهوم گسترده تری را شامل می شود، بدین صورت که اکسید کننده یون یا مولکولی است که الکترون از یک یون یا مولکول دیگر می گیرد و اکسید شونده یعنی عنصری که الکترون به یک اکسید کننده داده و خود اکسید می شود و احیاء هم چنین مفاهیمی را در بر می گیرد، بدین صورت که اکسید کننده با اکسید کردن یک ماده الکترون از آن گرفته و خود احیاء می شود و احیاء شونده نام می گیرد و اکسید شونده با دادن الکترون به اکسید کننده خود احیاء می شوند و احیاء کننده نام می گیرد. به عبارت ساده تر اکسیداسیون به عنوان از دست دادن الکترون و احیاء به عنوان به دست آوردن الکترون تعریف می شود. به مثال های زیر توجه فرمایید .

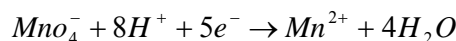


همان طوری که مشاهده می فرمائید فلئور و کلر نیز قادر هستند عمل اکسید کردن را به خوبی اکسیژن انجام دهند به همین دلیل است که گفته می شود در کنار سیلندرهای کلر مواد قابل اشتعال قرار ندهید.

بنابراین عامل اکسید کننده به فرم احیاء شده در می آید. واکنشی که فرم های اکسیده شده و احیاء شده یک زوج اکسید - احیاء را به هم ربط دهد یک نیمه واکنش<sup>1</sup> نامیده می شود. در چنین واکنشی نمونه ها ممکن است اتمی یا مولکولی و یونی باشند.



ممکن است در واکنش های اکسیداسیون و احیاء به غیر از عامل های اکسید کننده و احیاء کننده نمونه هایی دیگری نیز شرکت داشته باشند مانند:



در یک مقیاس ماکروسکوپی اگر اکسیداسیون بدون انجام همزمان عمل احیاء اتفاق بیفتد الکترون های آزاد شده در جریان اکسیداسیون به تعداد زیاد مجتمع می شوند و بدین ترتیب جدایی بار بزرگی ایجاد می شود که از لحاظ بررسی انرژی بسیار نامطلوب میباشد. بنابراین هر اکسیداسیون ماکروسکوپی همیشه با یک عمل احیاء همزمان همراه است.

2- حرارت زایی:

احتراق مجموعه ای است شیمیایی با مجموعه ای از فعل و انفعالات که در آن گرما و نور پدیدار می شود. وقتی سرعت واکنش خیلی کند باشد فقط گرما ظاهر می شود و اکسیداسیون به کندی روی می دهد مانند زنگ زدن آهن و احتراق نشان دهنده یک نوع واکنش سریع است به صورتی که هم نور و هم حرارت منتشر می شود.

معمولاً واکنش های اکسیداسیون حرارت زا می باشند و در تمام مراحل حریق ها در اثر اکسیداسیون کامل یا ناقص مواد قابل سوخت تولید گرما می گردد. تقریباً برای همه ترکیباتی که شامل کربن و هیدروژن و یا کربن و هیدروژن و اکسیژن باشد گرمای اکسیده شدن بستگی به مقدار مصرف اکسیژن دارد. عامل مشترکی که در تمام این واکنشهای سوختن وجود دارد این است که همگی حرارت زا هستند و در این واکنش ها انرژی شیمیایی نهفته در پیوندها به صورت انرژی حرارتی آزاد می شود. عمل یا فرآیند سوختن در دو مدل به صورت زیر انجام می گیرد.

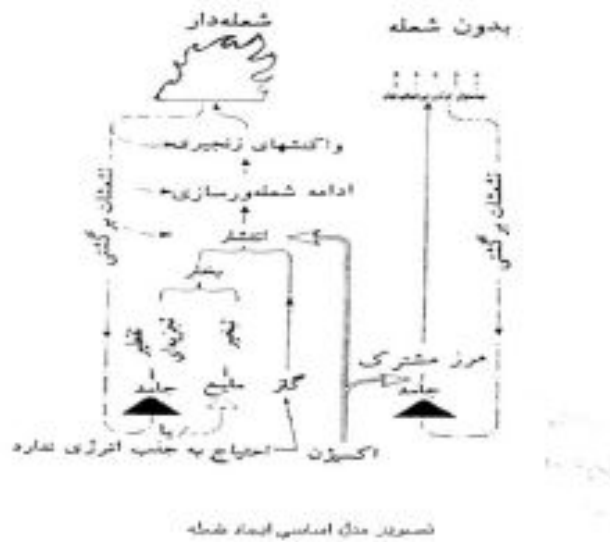
1-Half reaction

1- انواع شعله دار (Flamming Type)

2- نوع بدون شعله (Flamming surface Type) شامل بر افروختگی و سوختن عمقی برخی از مواد از قبیل ذغال سنگ و خاکه ذغال نیم سوز نیز می باشد.

در مدل شعله ای ماده قابل سوخت به صورت بخار و یا گاز در می آید ولی در مدل بدون شعله در صورت گرم شدن، جامد قادر به تولید نور می باشد.

در نوع شعله ای میزان سرعت سوختن زیاد بوده و مقدار انرژی حاصل از پیوندهای شیمیایی جسم قابل اشتعال و میزان گرمای ویژه گازهای حاصل از سوختن، دمای شعله را نشان می دهد. قابل توجه است که برای گازهای مختلفی که در هوا می سوزند (بدون حضور هوای اضافه) با وجود اینکه گرمای احتراقی در این گازها اختلاف زیادی داشته، دمای تئوری شعله تفاوت جزئی دارد.



آنالیز سوختن هیدروکربنهای سوختن مایع نشان می دهد که حدود  $\frac{2}{3}$  انرژی آزاد شده به صورت

گرمای ملموس در محیط جاری شده و  $\frac{1}{3}$  به صورت پرتوهای نورانی حرارتی منتشر می گردد.

جهت موازنه بودن عمل فوق باید مقدار انرژی گرمایی تولید شده و مقدار انرژی گرمایی تلف شده در محیط در یک زمان برابر باشند.

اگر مقدار انرژی تولید شده بیشتر باشد حریق گسترش یافته و اگر مقدار گرمای تلف شده بیشتر باشد حریق تقلیل خواهد یافت. بدین ترتیب این فرآیند بستگی زیادی به حرارت دارد. بر همین اساس مبنای اطفاء حریق استفاده از آب بوده، تا با این روش با گرفتن گرما عمل اطفاء صورت پذیرد. البته روشهای دیگری نیز جهت اطفاء وجود دارد و از آنجایی که در سوختن مدل شعله دار پیچیدگی خاصی وجود دارد جهت اطفاء از روشهای جداگانه یا توأم می توان استفاده نمود، ولی در مدل بدون شعله (

بر آفرختگی ( مخالف سوختن شعله بوده و در این حالت سه طریق جهت اطفاء وجود دارد. البته فرآیند سوختن فوق العاده پیچیده بوده و موضوع پژوهش و تحقیقات بیش تری نیاز دارد.

### 3- خودبخود سوزی - پایداری :

فرآیند افزایش دما در یک ماده بدون جذب حرارت از محیط اطراف را به عنوان گرمای خودبخود می شناسند. گرمای خودبخود در یک ماده سبب می شود که دمای آن ماده به نقطه اشتعالش برسد و مشتعل گردد. علل اساسی و تشکیل دهنده گرمای خودبخود کم بوده، ولی شرایطی که این عوامل ممکن است عمل نمایند و تولید وضعیت خطرناک بنماید زیاد و متنوع می باشد. سه حالتی که ممکن است موجب ایجاد گرمای خطرناک گردد عبارتست از : سرعت تولید حرارت، هوای مصرف شده و وضعیت و خواص ایزوله ای مواد احاطه کننده می باشد. مواد آلی در مجاورت با اتمسفر در شرایط مناسب با اکسیژن اکسیده شده و تولید حرارت می نمایند. سرعت اکسید شدن در حرارت عادی معمولاً خیلی کم بوده، چون گرمای آزاد شده به همان سرعت تولید و در محیط پراکنده می شود. بنابراین دمای جسم قابل سوخت افزایش نمی یابد ولی این موضوع در تمام موارد قابل اشتعال صادق نبوده و در بعضی مواد سرعت اکسیداسیون خیلی سریع تر از پراکنده شدن آن بوده و در نتیجه اشتعال صورت می گیرد. بطور مثال آتش سوزی کارخانه لاستیک در جاده ساوه در سال 82 که به علت همجواری یک پراکسید آلی و پودر گوگرد صورت گرفت.

به منظور ایجاد اشتعال خودبخود باید هوای کافی جهت اکسیداسیون وجود داشته باشد ولی مقدارش نباید به حدی باشد که موجب انتقال حرارت بطریقه جابجایی گردد. یک پارچه آغشته به روغن ( روغن نباتی ) که در ته یک سطل زباله قرار گرفته است ممکن است دمایش در اثر ایجاد گرمای خودبخود بالا رود ؛ ولی اگر همین جسم بر روی یک طناب رخت آویزان گردد و جریان باد وجود داشته باشد یا به صورت توده ای در ظرف آبیندی ( که هوا به داخلش نفوذ نکند قرار گیرد دمایش بالا نخواهد رفت ). از طرف دیگر این جسم اگر به صورت عدل یا همان توده در محیط آزاد قرار گیرد ممکن است شرایط مناسب برای تولید گرما ایجاد گردد. بعلت بسیاری از واکنشهای احتمالی و فاکتورهای مداخله کننده مانده

( اکسیژن ) و یا ایزوله بودن این ماده، ممکن است بطور یقین پیشگویی نمود که حرارت زیاد بصورت خودبخود تولید می گردد. موادی که در معرض هوا قرار می گیرند اکسیده می شوند و خود این مواد حاصل ممکن است برای اکسیداسیون های بعدی یک کاتالیزور (فعال کننده) باشند و سبب سرعت در واکنش گردند، بطور مثال اگر (روغن زیتون) در معرض هوا قرار گیرد حالت ترشیدگی و بوی نامطبوع یافته و سریعتر از روغن زیتون تازه اکسیده می گردد.

گرمای اضافه می تواند سبب ایجاد گرمای خودبخود در بعضی از مواد قابل اشتعال گردد در حالیکه در حالت عادی چنین عملی صورت نمی گیرد.

در حالتی که یک مقدار انرژی اولیه به جسم می دهیم سرعت اکسیداسیون افزایش یافته و مقدار افزایش حرارت بعدی بیشتر از سرعت پراکنده شدن آن محیط خواهد بود.  
بطور مثال در کارخانه های لاستیک سازی در قسمت پیش گرمکن، حریقهای زیادی به همین علت صورت گرفته است.

علل عمومی تولید حرارت در محصولات کشاورزی باکتری ها می باشند که به علت اکسید شدن محصولات بوسیله باکتری تولید حرارت می گردد. از آنجایی که باکتریها نمی توانند در حرارت های بالاتر از 160 تا 175 درجه فارنهایت زندگی نمایند، بنابراین فقط گرمای اولیه در اثر فعالیت این باکتریها ایجاد شده و بعد از این (175 درجه فارنهایت) در اثر اکسیداسیون سریع دمای جسم به نقطه اشتعالش رسیده و مشتعل می گردد. اگر محصولات کشاورزی در تماس با رطوبت قرار گیرند خطرات ایجاد گرما خودبخود افزایش می یابد. علوفه های مرطوب که در انبارها (معمولاً زیر شیروانی) نگهداری میگردند حرارتشان به مرور بالا می رود. تجربه نشان می دهد که چنین موادی در طول 2 تا 6 هفته حرارتشان به درجه حرارت اشتعال رسیده و مشتعل می گردند.

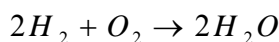
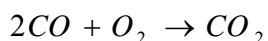
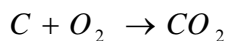
یونجه اگر در معرض باران بوده و سپس در انبارک ها و یا بصورت توده انباشته و نگهداری گردد جهت ایجاد گرمای خودبخود بسیار حساس می باشد.

سویای انبار شده نیز نسبت به ایجاد آتش سوزی حساس می باشد (بطور مثال در دانه های انبار شده سویا قسمتی که در مجاورت با دیواره می باشد به علت تغلیظ بخار در قسمت دیواره های جذب رطوبت نموده و ایجاد گرما می نماید و بدین طریق می تواند سبب آتش سوزی گردد).

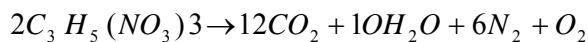
محصولات دیگر کشاورزی نیز به نسبت به ایجاد حرارت خودبخود حساس می باشند، این محصولات عبارت از روغنهایی هستند که میل زیادی به اکسید شدن دارند مانند: تخم بزرک (بذر کتان) (سبوس، آرد گردو و ذرت).

#### 4 – عوامل تولید اکسیژن برای واکنش های سوختن :

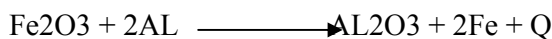
همانگونه که گفته شد اکسیداسیون واکنشی است که از ترکیب ماده با اکسیژن یا دیگر عوامل اکسیدکننده بوجود می آید. واکنشهای زیر نمونه ای از سوختن می باشد.  
الف) اکسیژن ممکن است از طریق هوا تأمین شود.



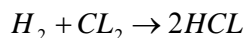
ب) سوختن ممکن است با استفاده از اکسیژنی که در داخل ماده سوختنی موجود است انجام پذیرد، یعنی ماده قابل احتراق و پشتیبان احتراق با هم در یک ترکیب می باشند مانند نیتروکلیسیرین.



ج) اکسیژن ممکن است توسط یکی از مواد موجود در ترکیب مخلوطی فراهم شده باشد.

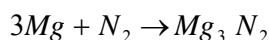


د) غیر از اکسیژن عناصر دیگری هم ممکن است عامل اکسید کننده باشند، مثال از این نوع کلر Cl و فلور F می باشند. بنابراین احتراق ممکن است با این مواد اتفاق بیفتد.



بیشتر مواد آلی در گازهای هالوژنه به آسانی خواهند سوخت.

معمولاً نیتروژن (ازت) به عنوان عامل اکسید کننده یا حتی یک عنصر واکنش دار شناخته نشده ولی بعضی از فلزات به شدت در این گاز می سوزند. منیزیم و آلومینیوم و آلیاژ آنها در واکنش های احتراقی، نترات ها را تولید می کنند.



### 2-3- مواد آلی قابل سوختن

کربن و سیلیسیم یعنی دو عنصر گروه چهار اصلی جدول تناوبی را می توان عنصرهای اصلی سازنده بسیاری از مواد موجود در طبیعت دانست. سیلیسیم به علت تمایل شدیدی که به اکسیژن دارد به آن متصل شده، زنجیرها و حلقه هایی دارای پل های  $Si-O-Si$  ایجاد می کند و از این طریق سیلیس و سیلیکات ها را که مواد سازنده سنگ ها و خاک هستند، بوجود می آورد. در واقع سیلیسیم جهان غیر زنده را تشکیل می دهد و کربن جهان زنده را به وجود می آورد. اتم کربن تمایل شدیدی به تشکیل پیوندهای کوالانسی محکمی با خودش دارد و به این ترتیب قادر است زنجیرها و حلقه های کوچک و بزرگ بسیاری از اتم های کربن ایجاد کند. افزون بر این، کربن پیوندهای محکمی با ناهای دیگری چون هیدروژن، نیتروژن، اکسیژن، گوگرد و هالوژن ها تشکیل می دهد این ویژگی ها سبب شده است که از کربن تعداد بیشماری ترکیب شیمیایی بوجود بیاید. شمار این ترکیب ها از مرز ده میلیون گذشته است و هر روز نیز با ساخته شدن ترکیبی تازه در آزمایشگاه های تحقیقاتی با یافتن ماده ای تازه در جهان بر تعداد آنها افزوده می شود. در این میان، زیست مولکول ها که اساس هستی را پایه ریزی کرده اند و ادامه زندگی را ممکن ساخته اند همگی ترکیب هایی کربن دار هستند.

علم شیمی به دو بخش تقسیم میشود. بخش اول شامل شیمی آلی که به بحث در مورد ترکیبات کربن می پردازد و بخش دوم شیمی معدنی (غیر آلی) که درباره تمام مواد دیگر بحث می نماید.

کربن با چهار الکترون ظرفیتی به تشکیل چهار پیوند کوالانسی نیازمند است. تشکیل چهار پیوند یگانه به این معناست که کربن میتواند حداکثر با چهار از عنصرهای مختلف یا حداکثر چهار اتم کربن دیگر پیوند یابد. در ضمن تمایل بی نظیر کربن به تشکیل پیوندهای دوگانه و سه گانه، گوناگونی باور نکردنی ترکیب

های کربن دار را سبب شده است. بر همین اساس هیدروکربن ها را در دو دسته سیر شده و سیر نشده قرار می دهند. در جدول زیر ویژگی های ساختاری سه خانواده مهم از هیدروکربن ها را مشاهده می نمایید:

نام دسته	نام خانواده	فرمول ساختاری	نام	ملاحظات
هیدروکربن سیر شده	آلکان	$  \begin{array}{c}  H & & H \\    & &   \\  H - C & - & C - H \\    & &   \\  H & & H  \end{array}  $	اتان	همه اتم های کربن با پیوند یگانه به هم متصل شده اند
هیدروکربن سیر نشده	آلکن	$  \begin{array}{c}  H & & H \\  \diagdown & & / \\  & C = C & \\  / & & \diagdown \\  H & & H  \end{array}  $	اتن	دست کم یک پیوند دوگانه کربن-کربن در ساختار خود دارند
	آلکین	$  H - C \equiv C - H  $	اتین	دست کم یک پیوند سه گانه کربن-کربن در ساختار خود دارند

\* با کمی دقت میتوان علت تفاوت مشاهده شده در واکنش پذیری هیدروکربن های عضو این سه خانواده را دریافت. وجود پیوندهای چند گانه کربن-کربن در هیدروکربن های سیر نشده آنها را واکنش پذیر از آلکان ها کرده است.

این گروه از اتم ها را که به شکلی متفاوت با آلکان ها به یکدیگر متصل شده اند، عامل ایجاد خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی در آلکن ها و آلکین ها می شود به این گروه از اتم ها گروه عاملی می گویند.

گروه عاملی آرایش مشخصی از اتم هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه و منحصر به فرد می بخشد. در واقع این گروههای عاملی که خواص ترکیب های آلی دارای آنها را



تعیین می کند، از این رو ترکیب های آلی بر مبنای گروه های عاملی موجود در آنها دسته بندی می شوند. به این ترتیب انتظار می رود که ترکیب های آلی موجود در هر دسته یا خانواده خواص فیزیکی و شیمیایی مشابهی داشته باشند ( چرا ؟ ) .

نام گروه عاملی	فرمول ساختاری	نام خانواده	مثال	فرمول ساختاری
هیدروکسیل	$  \begin{array}{c}  H & & H \\    & &   \\  H - C & - & C - OH \\    & &   \\  H & & H  \end{array}  $	الکل	اتانول	OH
اتر	$  \begin{array}{c}  H & & & & H \\    & & & &   \\  H - C & - & O & - & C - H \\    & & & &   \\  H & & & & H  \end{array}  $	اتر	دی متیل اتر	— O —
آلدهید	$  \begin{array}{c}  H & & O \\    & &    \\  H - C & - & C - H \\    & & \\  H & &   \end{array}  $	آلدهید	استالدهید	$  \begin{array}{c}  O \\     \\  - C - H  \end{array}  $
کربونیل	$  \begin{array}{c}  H & & O & & H \\    & &    & &   \\  H - C & - & C & - & C - H \\    & & & &   \\  H & & & & H  \end{array}  $	کتون (ستن)	استون	$  \begin{array}{c}  O \\     \\  - C -  \end{array}  $
کربوکسیل	$  \begin{array}{c}  O \\     \\  CH_3 - C - OH  \end{array}  $	اسید	استیک اسید	$  \begin{array}{c}  O \\     \\  - C - OH  \end{array}  $
استر	$  \begin{array}{c}  O \\     \\  CH_3 - C - O - C_2H_5  \end{array}  $	استر	اتیل استات	$  \begin{array}{c}  O \\     \\  - C - O  \end{array}  $

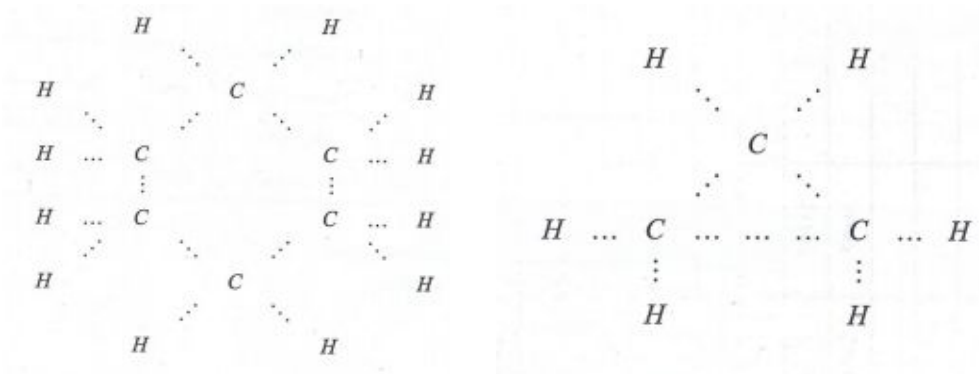
در جدول زیر فهرستی از مهمترین گروه های عاملی شناخته شده در ترکیب های آلی معرفی شده اند:

### نام گذاری الکانها

تعداد کربن	نام الکان	فرمول مولکولی	حالت فیزیکی	تعداد کربن	نام الکان	فرمول مولکولی	حالت فیزیکی
1	متان	CH <sub>4</sub>	گاز	6	هگزان	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	مایع
2	اتان	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>		7	هپتان	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	
3	پروپان	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		8	اوکتان	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	
4	بوتان	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>		9	نونان	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	
5	پنتان	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	مایع	10	دکان	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	

### هیدروکربنهای حلقوی

ترکیب های آلی بسیاری شناخته شده است که در آنها اتمهای کربن طوری به یکدیگر متصل می شود که ساختاری، حلقوی به جود آورند. سیکلو پروپان و سیکلو هگزان از آن جمله هستند. این نامها نشان می دهد که این دو ماده هیدرو کربنهای سیر شده ای هستند که حلقه ای ساخت آنها سه و شش اتم کربن دارند.

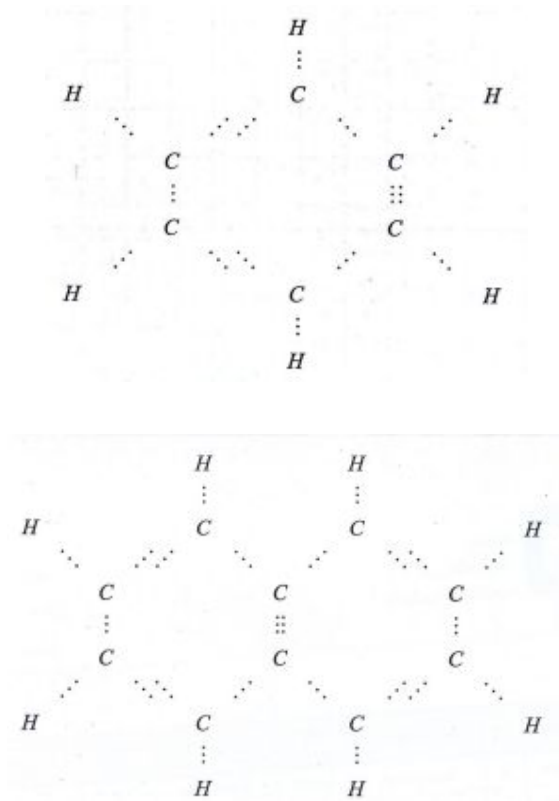


### سیکلو هگزان

### سیکلو پروپان

به ترکیباتی که نا اینجا نام بردیم ترکیبات آلیفاتیک گویند که شامل زنجیره هایی از اتم کربن و حلقه های سیر شده بودند. دسته ای دیگر از ترکیبات آلی ترکیبات، ترکیبات آروماتیک ( آروماتیک به

معنای معطر و خوشبو است) می باشند که شامل نوع خاصی از حلقه ها هستند که دارای شش اتم کربن بوده و به حلقه بنزن شناخته می شوند. بنزن هیدروکربنی سیر نشده با فرمول مولکولی  $C_6H_6$  است. فرمول ساختاری بنزن را در زیر می بینید. بنزن مایعی بی رنگ و فراری است که با شعله زرد رنگ همراه با دود می سوزد. نفتالن نیز از جمله این ترکیبها است. نفتالن ( $C_{10}H_8$ ) مدت ها به عنوان ضد بید برای نگاه داری فرش و لباس کار برداشته است.



#### 2-4- آزمایش فصل دوم

هدف: مقایسه واکنش پذیری منیزیم و کلسیم

مواد مورد نیاز: محلول غلیظ هیدروکلریک اسید، نوار منیزیم، کلسیم (از لسیم تازه استفاده کنید)

وسایل مورد نیاز: جای لوله آزمایش، لوله آزمایش (دو عدد)

روش کار:

- 1- دو لوله آزمایش را تا 0.25 حجم آن با هیدروکلریک اسید پر کنید.
- 2- تکه کوچکی از فلز لسیم و نوار منیزیم را هم زمان به لوله های آزمایش بیفزایید و مشاهده خود را یادداشت کنید.

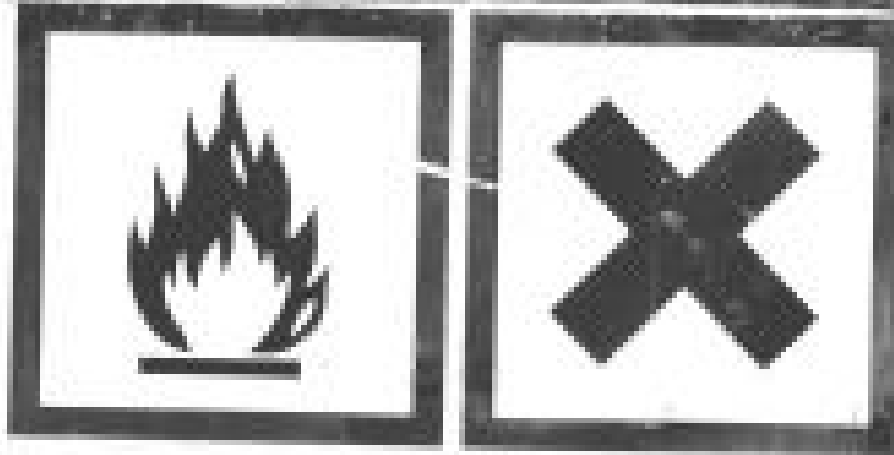
3- تکه ای کوچک دیگری از نوار منیزیم را در لوله ی آزمایش اول بیندازید و انگشت خود را روی دهانه ی لوله قرار دهید. هنگامی که فشار گاز را احساس کردید ، انگشتان را برداشته و کبریت شعله وری را روی دهانه ی لوله نزدیک کنید. مشاهده خود را یادداشت کنید. .

پرسی :

- 1- واکنش پذیری فلز کلسیم بیشتر است یا منیزیم ؟ چرا ؟
- 2- نام مواد واکنش دهنده و فراورده ( محصول ) را در هر لوله آزمایش بنویسید.
- 3- معادله شیمیایی واکنش های انجام شده را بنویسید.

### فصل 3

#### شناخت ایمنی مواد شیمیایی



### 3-1- شناخت مواد شیمیایی

مواد شیمیایی ساخت دست انسان سالانه 340 هزار نفر را می کشد و کسانی که بیشتر در معرض خطر هستند فقیران، کودکان و زنانی هستند که بیش از همه نیاز به محافظت دارند. مواد شیمیایی، عناصر لازم برای زندگی روزمره ما است، اما بهره برداری معقول و ایمن از آنها برای سلامت و رفاه میلیونها مردم و حفظ محیط زیست اساسی است. در طول سی سال اخیر تولید و تجارت جهانی مواد شیمیایی بیش از ده برابر شده است و تا 20 سال آینده هم رشد خواهد داشت.

برخی مواد شیمیایی می تواند سرطان و بیماری های تنفسی مزمن ایجاد نمایند. کارگران و مصرف کنندگان نیز اگر به طور شایسته نسبت به خطرات مواد شیمیایی آگاهی نداشته باشند در معرض خطر خواهند بود. مسمومیت غیر عمد ناشی از مواد شیمیایی سالانه 50 هزار کودک و نوجوان را تا سن 14 سالگی می کشد. دهها هزار ماده شیمیایی مصنوعی در جهان برای فروش عرضه می شود و مردم از نبود اطلاعات و پژوهش کافی در باره اثرات آنها روی سلامت انسان و حفظ محیط زیست رنج می برند و آتش نشانان نیز به علت قرار گرفتن در دود و گازهای حاصل از آنها و تماس بیشمار در محل حریق و آغشته شدن لباسهای حریق به این مواد، از این آلودگی ها رنج می برند. جدای از محل حریق، آلودگی بوسیله خودروهای حریق، تجهیزات اطفایی و لباس حفاظتی آتش نشانان به محل کار و حتی به منازل ایشان راه پیدا می نماید.

کار صنعت شیمیایی تغییر دادن ساختار شیمیایی مواد طبیعی، به منظور تهیه محصولات مورد نیاز صنایع دیگر یا زندگی روزمره است. مواد شیمیایی عمدتاً از این مواد خام، مواد معدنی، فلزات و هیدروکربنها، طی فرآیندهایی مرحله به مرحله به دست می آیند. اعمال دیگری مانند اختلاط و امتزاج برای تبدیل آنها به محصولات نهایی لازم می باشد؛ برای مثال رنگ ها، چسب ها، داروها و مواد آرایشی. بنابراین دامنه صنعت شیمیایی بسیار گسترده تر از آن است که معمولاً به نام «مواد شیمیایی» نامیده می شود، زیرا شامل محصولاتی چون الیاف مصنوعی، رزین ها، صابونها، رنگ ها، فیلمهای عکسبرداری و غیره می شود. مواد شیمیایی به دو دسته عمده تقسیم می شوند: آلی و غیر آلی. مواد شیمیایی آلی دارای ساختار پایه از اتمهای کربن و هیدروژن و عناصر دیگر هستند. امروزه نفت و گاز منبع تولید 90 درصد مواد شیمیایی آلی می باشند و به مقدار زیاد جایگزین زغال سنگ، گیاهان و مواد حیوانی شده اند که قبلاً به عنوان مواد خام مورد استفاده قرار می گرفتند. مواد شیمیایی غیر آلی عمدتاً از منابع معدنی بدست می آیند.

محصولات صنعت شیمیایی را می توان به سه گروه که مطابق با مراحل اصلی ساخت است تقسیم نمود:

الف) مواد شیمیایی (آلی و معدنی) معمولاً در مقیاس زیادی، تا چندین میلیون تن در سال

تولید می شوند و معمولاً به مواد شیمیایی دیگر تبدیل می گردند.

- ب) مواد شیمیایی واسطه که از مواد شیمیایی پایه تهیه می شوند. اکثر مواد واسطه احتیاج به فرآیندهای بیش تری در صنعت شیمیایی دارند ولی بعضی دیگر، مثلاً حلال ها، همان طور که هستند مورد استفاده قرار می گیرند.
- ج) محصولات شیمیایی نهایی، بوسیله فرآیندهای شیمیایی بیش تری ساخته می شوند. بعضی از اینها ( داروها، لوازم آرایشی و صابون ها ) به همین صورت مصرف می شوند، برخی دیگر مثل الیاف، پلاستیک، رنگ ها و رنگدانه ها متحمل فرآیندهای بیشتری می گردند.
- بنابراین بخش های عمده صنعت شیمیایی به این قرارند :
- 1- مواد شیمیایی غیر آلی پایه : اسیدها، قلیاها، نمکها که عمدتاً در صنایع دیگر کاربرد دارند. گازهای صنعتی مثل اکسیژن، نیتروژن و استیلن
  - 2- مواد آلی پایه : منبع تولید لاستیک، رزین ها، لاستیک های مصنوعی و الیاف مصنوعی، حلالها و مواد خام، شوینده ها، رنگ ها و رنگدانه ها
  - 3- کودها و آفت کش ها ( علف کش، قارچ کش، حشره کش و غیره )
  - 4- پلاستیک، رزین ها، لاستیک های مصنوعی، الیاف مصنوعی و سلولزی
  - 5- داروسازی ( دارویی و پزشکی )
  - 6- رنگ ها، جلا دهنده ها و لعاب ها
  - 7- صابون ها، شوینده ها، پاک کننده ها، لوازم آرایشی و سایر مواد مربوط به آرایش
  - 8- مواد شیمیایی متفرقه مانند صیقل دهنده، مواد منفجره، چسب ها، جوهرها، فیلم عکاسی و دیگر مواد شیمیایی.
- با توجه به تعداد بی شمار محصولات درگیر تهیه نمودار کامل یا تاریخچه از مواد خام، فرآیندها، مواد واسطه و محصولات تمام شده در صنعت شیمیایی، کاری غیر ممکن است.
- 2-3- علائم شناسایی خطرات مواد
- اگر مواد خطرناک در داخل کارخانه، آزمایشگاه، انبار یا اماکن دیگر باشد مقابله با آنها به دلیل وجود اطلاعات آسانتر می باشد. در حالیکه مقابله با خطر مواد شیمیایی در حال حمل بسیار مشکلتر است.
- از آنجایی که افراد مقابله کننده با حوادث شیمیایی یا نگهدارنده آنها، باید به طور اصولی و اطمینان خاطر بتوانند به مقابله با خطرات بپردازند لازم است علامت ها و کدهای ارائه شده از ویژگی های زیر برخوردار باشند :
- 1- کلیه کارگران ونیروهای امدادی و اورژانس به راحتی بتوانند از آن استفاده نمایند.
  - 2- اطلاعات و راهنمایی های لازم را در مورد مخاطرات، شروع و ادامه عملیات و ایمن سازی محل حادثه را در اختیار آتش نشانان و دیگر گروه ها قرار داده تا بتوانند خطرات موجود را برای خود و سایرین و اموال به حداقل برسانند.

3- راهنمایی های لازم جهت چگونگی اطفاء حریق، کنترل نشتی ها و جلوگیری از پراکندگی مواد شیمیایی خطر ناک را در اختیار بگذارند تا بتوان در جهت حفظ محیط زیست اقدامات مؤثری انجام داد.

4- مواد لازم در رابطه با حفاظت فردی و پیشگیری از بروز صدمات و عوارض سوء برای آتش نشانان و دیگر افراد حاضر در محل و نحوه کمک های اولیه به مصدومین حادثه را بیان نماید. توصیه های بین المللی مختلفی برای طبقه بندی و برچسب گذاری مواد خطرناک ارائه شده است که کم و بیش به یکدیگر شبیه هستند. سازمان هایی که این برچسب ها و علائم را تهیه کرده اند عبارتند از: سازمان بین المللی کار، سازمان ملل، سازمان مشورتی بین دولت ها در امور دریایی، شورای اقتصادی اروپا، اداره مرکزی حمل و نقل بین المللی به وسیله راه آهن (RID) برچسب گذاری محموله های هوایی از سیستم انجمن بین المللی حمل و نقل هوایی تبعیت می کند و کالاهایی که از طریق دریا حمل می شوند تابع ضوابط سازمان مشورتی بین دولت ها در امور دریایی هستند که هر دو از سیستم سازمان ملل پیروی می کنند. بسته بندی و برچسب گذاری مواد خطر ناک در اروپا به وسیله راه آهن تابع مقررات برچسب گذاری اداره مرکزی حمل و نقل بین المللی بوسیله راه آهن است. علائم خطر، پیشنهاد سازمان بین المللی کار (1954) شامل 6 برچسب مربعی شکل مطابق تقسیم بندی زیر می باشد:

1- خطر انفجار

2- خطر مسمومیت

3- خطر احتراق

4- خطر عامل اکسید کننده

5- خطر خوردگی

6- خطر پرتو یونساز

همچنین هنگامی که مواد شیمیایی در مکانی ثابت نگهداری می گردد علامت خطر آنها به صورت مثلی می باشد که برخی از آنها در زیر نمایش داده شده است.





بعد از جنگ جهانی دوم، شبکه جاده ای بین المللی نیز گسترش فراوان یافت و احساس شد که لازم است برای حمل و نقل در جاده ها نیز مقرراتی وضع شود. به همین مناسبت در سال 1950 کمیته حمل و نقل درون مرزی کمیسیون اقتصادی سازمان ملل برای اروپا، پیش نویس موافقتنامه اروپایی را برای حمل و نقل کالاهای خطرناک در جاده (ADR) را تهیه کرد. طبقه بندی ارائه شده همراه برچسبهای آن بوسیله کمیته تخصصی سازمان ملل متحد در صفحات بعدی آمده است.

طبقه بندی ارائه شده به وسیله کمیته تخصصی سازمان ملل متحد به قرار زیر است :

طبقه 1: مواد منفجره

1-1- مواد منفجره با خطر انفجار عظیم می باشند.

1-2- مواد منفجره که یکجا منفجر نمی شوند و دارای خطر پرتابی ولی اثر انفجاری کم هستند.

1-3- مواد منفجره که یکجا منفجر نمی شوند و آتش زا و بدون اثر انفجاری هستند.

1-4- مواد منفجره که خطر قابل اعتنایی ندارند.

طبقه 2: گازهای فشرده، مایع یا حل شده تحت فشار

طبقه 3: مایعات قابل اشتعال

طبقه 4: جامدات قابل اشتعال

#### 1-4- مواد جامد قابل اشتعال

2-4- موادی که خودبخود آتش می گیرند.

3-4- موادی که در اثر تماس با آب، گاز قابل اشتعال متصاعد میکنند.

طبقه 5: مواد اکسید کننده - پراکسید های آلی

1-5- مواد اکسید کننده غیر از پراکسید های آلی

2-5- پراکسید های آلی

طبقه 6: مواد سمی و عفونت زا:

1-6- مواد ایجاد کننده مسمومیت .

الف) مواد سمی که گاز و بخار سمی تولید می کنند.

ب) مواد سمی که گاز و بخار سمی متصاعد نمی کنند.

2-6- مواد عفونت زا.

طبقه 7: مواد رادیو اکتیو

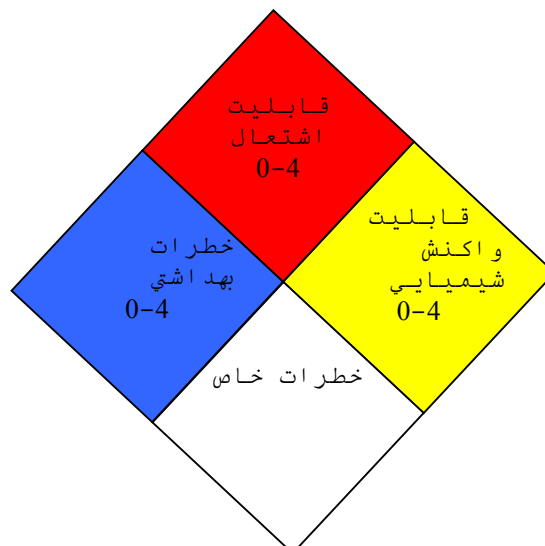
طبقه 8: مواد خورنده

طبقه 9: مواد سمی متفرقه

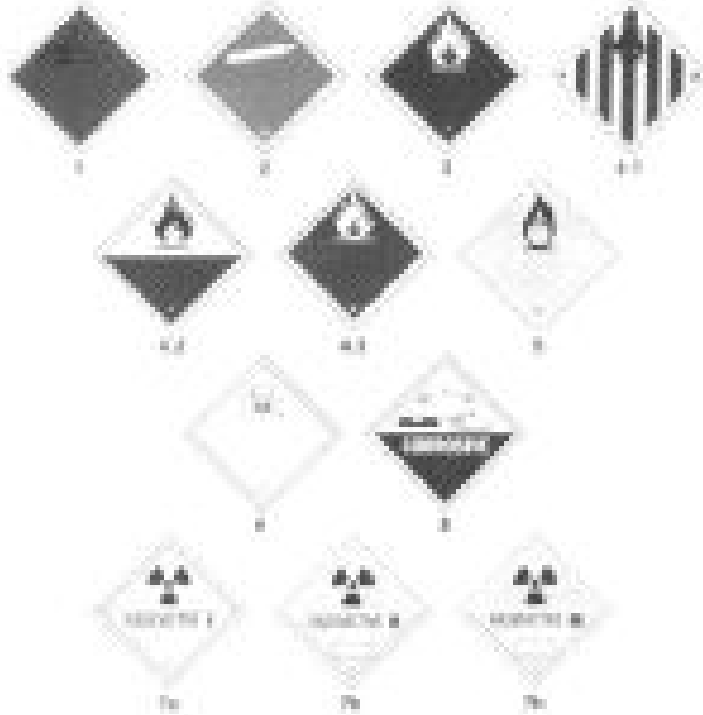
#### لوزی شناسایی خطرات

یک نوع لوزی دیگر شناسایی خطرات ماده وجود دارد که دارای چهار خانه می باشد. خانه بالایی مربوط به قابلیت اشتعال جسم بوده ، خانه سمت راست قابلیت واکنش شیمیایی ( از نظر پایداری و ترکیب با آب ) و خانه سمت چپ خطرات بهداشتی ( خطر ماده بر روی سلامتی انسان ) را نشان داده و خانه پائینی نشان دهنده خطرات خاص می باشد.

هر کدام از سه خانه بالایی لوزی به پنج درجه تقسیم میشوند ( از درجه صفر تا درجه 4 ) به طوری که درجه صفر نشان دهنده بی خطری و درجه 4 نشانده خطر بسیار شدید می باشد. خطرات خاص نیز مانند خطر واکنش با آب ( W ) و خطر رادیو اکتیو و یا P به مفهوم خطر پلمبیزه شدن می باشد.







این نماد برای خطر آلودگی محیط زیست استفاده می‌شود. نماد ۱۱ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۱۲ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۱۳ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۱۴ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۱۵ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است.

نماد ۱۶ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۱۷ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۱۸ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۱۹ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۲۰ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است.

نماد ۲۱ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۲۲ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۲۳ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۲۴ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۲۵ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است.

نماد ۲۶ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۲۷ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۲۸ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۲۹ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است. نماد ۳۰ در این نماد، نماد آلودگی محیط زیست است.

برچسب یک نمونه از مواد سمی که مورد حریق واقع شده : 82/3/24

ترجمه برچسب روی بشکه ایزوسیانات : مضر

محتویات : دی فنیل متان 4 و 4 دی ایزوسیانات.

مضر از طریق استنشاق، ممکن است از طریق استنشاق و تماس با پوست باعث حساسیت بشود. سوزش  
آور چشمها، محرک دستگاه تنفسی ( بدن ) و پوست. بخارات و ذرات ریز آن را تنفس نکنید. لباس و  
دستکش محافظ بپوشید. در حالت تهویه ضعیف، تجهیزات دستگاه تنفسی بپوشید. در صورت تصادف یا اگر  
احساس بی حالی گردید سریعاً توصیه های پزشکی را جستجو کنید : برچسب و ترم کارت را نگاه کنید.

محتویات ایزوسیانات : بوسیله دستورالعملهای موجود اطلاعات ملزومات را بررسی کنید.

شماره تلفن اضطراری برای تماس و مشاوره در 9 کشور اروپایی و آمریکا داده شده است.

		<b>GESUNDHEITSSCHÄDLICH</b> D Gesundheitsschädlich durch Einatmen. • Gesundheitsschädlich durch Einatmen und Hautkontakt. • Bei der Arbeit Atemschutz und Schutzhandschuhe zu tragen. • Bei einer Exposition mit dem Produkt sofort einen Arzt konsultieren. • Bei einem Unfall sofort einen Arzt konsultieren.	
		<b>HARMFUL</b> GB Harmful by inhalation. • May cause sensitisation by inhalation and skin contact. • Irritating to eyes, respiratory system and skin. • On contact with water may release irritating gas. • In case of accident, consult a doctor immediately. • In case of fire, consult a specialist.	
<b>NOCIFICO</b> E Nocivo por inhalación. • Puede causar sensibilización por inhalación y en contacto con la piel. • Irritante para los ojos, la piel y las vías respiratorias. • En caso de exposición consultar a un médico inmediatamente. • En caso de accidente consultar a un médico inmediatamente.		<b>NOCIPO</b> F Nocif par inhalation. • Peut être irritant par sensibilisation par inhalation et par contact avec la peau. • Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau. • En cas d'exposition consulter un médecin immédiatement. • En cas d'accident consulter un médecin immédiatement.	
HUNTSMAN Polyurethanes			

### 3-3- ایمنی عمومی در برابر مواد

قبل از اینکه برای حوادث ناشی از مواد شیمیایی جدید فکری شود باید آنها را مشخص و مورد بررسی قرار داد. نقطه نظر نهایی این است که اطلاعات کافی و لازم درباره آنها به دست آوریم، بتوانیم حد بی خطر و میزان مجاز هر یک را در هنگام تماس با انسان معین نماییم.

ایمنی درباره این مواد یک اصطلاح نسبی است. زیرا ایمنی مطلق، زمانی حاصل می شود که آنها را کنار بگذاریم. این مساله نیز امکان پذیر نیست زیرا بعضی مواد شیمیایی خطر آفرین را به وسیله نیاز به آنها نه می توانیم کنار گذاریم و نه ماده ای دیگر را جانشین آنها کنیم. خطر ناشی از یک ماده شیمیایی ناشی از سمیت آن و چگونگی تماس افراد با آن می باشد. ارزیابی سمیت یک ماده شیمیایی نیاز به آگاهی از عوامل مختلف و فرآیندی است که بررسی های سم شناسی و همه گیر شناسی مورد استفاده قرار می گیرد (چه مقدار از ماده سمی، چه آثار زیان آوری و تا چه حدودی ایجاد می کند)؛ این موضوع را ارزیابی خطر می نامند.

آگاهی در باره خطر و «ارزیابی خطر» مواد شیمیایی جدید معمولاً در دسترس نیست و اطلاع از ناراحتی های ناشی از تماس فقط به طور غیرمستقیم از مرحله تولید و مصرف به دست می آید. از آنجایی که تهیه این اطلاعات محدود می باشد لذا تعیین آثار این مواد نیز محدود است. معمولاً این اطلاعات در اختیار کارخانه سازنده مصرف کننده و یا فروشنده است، بنابراین کارخانه منبع مناسبی برای کسب اطلاع درباره خطر آفرینی مواد شیمیایی می باشند ولی متأسفانه، غالباً این گونه اطلاعات را در اختیار نمی گذارند.

### 3-3-1- نظری به قوانین

قوانین و مقررات زیادی با قدرت اجرایی محافظت عموم در مقابل مواد سمی مانند داروها، مواد مخدر، حشره کش ها، مواد شیمیایی خانگی و غیره تدوین شده است. بعلاوه موادی که به غذاها اضافه می شوند، یا موادی که به سوخت ماشین ها اضافه می گردند، مواد سازنده لوازم آرایشی، روکش ظروف پخت و پز، مواد رنگی حاوی مواد شیمیایی سمی و بسیاری مواد دیگر تحت نظارت قرار گرفته اند. در بسیاری از کشورها کیفیت آب و هوا تحت حفاظت قرار گرفته است تا با مواد سمی تولید شده از صنایع، سوخت خانگی سوخت اتومبیل ها و غیره آلوده نشود. تعیین استانداردها برای تدوین مقررات درباره خطر ناشی از مواد شیمیایی در محیط کار نیز گرچه درباره ای موارد قدرت اجرایی کافی ندارد، بسیار سودمند واقع شده است (عدم رعایت حدود مجاز بسیار نأسف آور است). در تعدادی از کشورها اخیراً مقرراتی به اجراء در آمده است (یا در حال تدوین است) که با درک بهتری به سمیت مواد شیمیایی و مخاطرات ناشی از آنها برای انسان نگرسته می شود.

در بعضی از کشورها مانند کانادا، کلمبیا، فرانسه، ژاپن، نروژ، سوئد، سوئیس، انگلستان و آمریکا، قوانین قابل اجرایی تدوین شده است که به موجب آنها مسئولان

می توانند در باره هر ماده شیمیایی بدون در نظر گرفتن موارد مصرف آنها اطلاعات لازم را درخواست نمایند و در برخی دیگر نیز نتایج حاصل از آزمایش مواد سمی را به دست آورند.

3-2- نظارت بر مواد سمی :

نمونه این مقررات شامل چهار اصل می باشد :

الف) جمع آوری اطلاعات درباره مواد شیمیایی

ب) تقاضای آزمایش موادی که خطر آفرین شناخته شده اند.

ج) بررسی شیمیایی مواد جدید که خطر آنها به اثبات رسیده است

د) نظارت بر موادی که دارای خطر هستند.

هدف اساسی این است که از خطرهای غیر منطقی مواد شیمیایی جلوگیری شود و از این نظر بر خلاف قوانین دیگر به حکومت اجازه می دهند که قبل از انتشار و خطر آفرینی اقدامات لازم را معمول دارد.

مقصود عمده و اولیه، دادن اختیارات قانونی لازم به حکومت برای نظارت بر مواد شیمیایی در تمام مراحل تولید، آزمایش، ساخت، فرآیندهای مختلف، توزیع، مصرف و دفع پس مانده های آنها می باشد. این نظارت « از زایش تا مرگ » مواد شیمیایی شامل آنهایی که در حال حاضر نیز در بازار داد و ستد وجود دارند، می شوند. بنابراین بدین گونه کلیه مواد شیمیایی به عنوان مواد جدید مورد بررسی قرار می گیرند. (حتی آنهایی که در فهرست وجود ندارند). همه مواد شیمیایی قبل از ساخت یا وارد شدن از خارج مورد بررسی واقع می شوند. اولین فهرست مواد شیمیایی موجود در سال 1979 چاپ شد و شامل 44000 ماده شیمیایی بود. این فهرست در سال 1980 مورد تجدید نظر قرار گرفت البته حفظ اطلاعات محرمانه شغلی واجب بوده و باید رعایت شود.

دومین هدف یعنی آزمایش مواد شیمیایی نیاز به شرح بیشتری دارد.

در سال 1980 قوانینی مبنی بر لزوم تهیه گزارش های لازم درباره آثار زیان آور برای (انسان و محیط) مواد شیمیایی سمی انتشار یافت، طبق این مقررات پرونده بیمارهای ناشی از این مواد (پرونده معاینات پزشکی کارگران) باید تا 30 سال بعد حفظ شود و پرونده آثار مضر بعضی مواد (برای مصرف کننده و محیط زیست) تا پنج سال نگهداری گردد.

سومین فعالیت مهم اعلام برنامه تهیه مواد شیمیایی قبل از ساخت می باشد. این روش بررسی نیاز به تغییراتی در عملکرد صنایع تولید مواد شیمیایی در گذشته داشته و شامل مواد شیمیایی جدید می شود. هنگامی که در سال 1980 این جنبه قانونی به اجراء در آمد، کلیه سازندگان و واردکنندگان مواد شیمیایی جدید موظف شدند که قبلاً تولید یا مصرف آنها را به اطلاع برسانند و بعضی از اطلاعات باید در اختیار دولت گذاشته شود، مانند نام عمومی یا تجاری ماده شیمیایی، هویت شیمیایی، و ساختمان مولکولی آن، تولید تخمینی آن، انواع مصارف مورد نظر، روشهای دفع فضولات آنها، میزان تماس در محیط کار و شرحی درباره محصولات جنبی، ناخالصی ها و محصولات مربوطه دیگر، اطلاعاتی نیز در

**ب- آثر آزار**  
زیان آور ماده شیمیایی ( در حدود شناخت و نظارت صاحب ماده شیمیایی ) بر روی انسان و محیط زیست باید ارائه شود.

چهارمین فعالیت، نظارت بر ماده شیمیایی است که آثار زیان آور آن ها بر روی سلامتی افراد و محیط زیست شناخته شده است. دولت ممکن است ساخت، بکارگیری، توزیع تجاری، مصرف یا دفع فضولات یک ماده شیمیایی را محدود نماید. این محدودیت می تواند شامل منع کامل نصب بر چسب باشد.

### 3-3-3- آزمایش و ارزیابی

به طوری که تخمین زده شده است فقط 6 درصد یا حدود 6000 ماده شیمیایی در حال حاضر ( در تجارت ) مورد بررسی آزمایشگاهی قرار گرفته است. با در نظر گرفتن تعداد زیاد مواد شیمیایی و کیفیت پایین کار آزمایشگاه ها این مساله بسیار نامعقول جلوه می نماید. به علاوه تعداد زیادی از آزمایشگاه ها به خوبی برای بررسی مسمومیت های مزمن طرح ریزی نشده اند ( اگرچه این نقص عمومی نبوده است ). اکنون ما به خوبی می دانیم که بسیاری از مواد شیمیایی سمی زیان آور، آثار سمی خود را سال ها پس از ورود به محیط زندگی مصرف بروز می دهند و در نتیجه ارتباط ضایعات به وجود آمده پس از زمانی طولانی، هم مشکل و هم پرهزینه خواهد بود، لذا مواد شیمیایی مشکوک را باید قبل از ورود به بازار تجاری مورد بررسی قرارداد. مواد شیمیایی که مشکوک به آثار زیان آور هستند باید بوسیله بررسی ها و همه گیرشناسی آزمایش های کوتاه مدت ( از نظر سرطان زایی ) و آزمایش های دراز مدت ( از لحاظ مسمومیت ) تحت نظارت قرار گیرند.

### 3-3-4- همه گیر شناسی :

وسيله مناسبی برای بررسی آثار زیان آور مواد شیمیایی بر روی سلامت انسان و محیط می باشد زیرا نتایج حاصل از بررسی های آزمایشگاهی روی حیوانات می تواند قابل تطبیق برای انسان نباشد ( میزان تماس و مسائل بیولوژیکی )، با این وجود همه گیر شناسی دارای محدودیت هایی است که مهمترین آنها، فاصله زمانی طولانی ( دوره اختفا ) بین تماس و بروز عوارض می باشد ( مثلاً ایجاد سرطان ) و پس از این دوره اختفای طولانی مسلماً عده زیادی از افراد جامعه دچار عوارض نامطلوب ناشی از تماس با ماده شیمیایی شده اند. برای جلوگیری از بیماری های مزمن ناشی از مواد سمی باید اطلاعاتی زمان بندی شده و بارز درباره آثار زیان آور این مواد دسترسی داشته باشیم. گرچه بررسی های همه گیر شناسی بسیار سودمند است ولی نمی توانند تنها برای کسب اطلاعات و تدوین مقررات درباره آثار سمی مواد شیمیایی باشد.

### 3-3-5- آزمایش های کوتاه مدت :

کلیه سم شناسان بر این عقیده اند که برای تعیین سرطان زایی مواد شیمیایی باید به تعدادی زیادی آزمایش های کوتاه دسترسی داشته باشیم. همانطور که قبلاً هم گفته شد تعداد زیادی از مواد شیمیایی



هستند که به طور ناقص بررسی شده اند و یا ابدأ مورد بررسی قرار نگرفته اند ( از نظر سرطان زایی ) و انسان با آنها دائماً در تماس می باشد. با توجه به این نکته و ورود روز افزون مواد شیمیایی جدید به محیط زیست نیاز به آزمایش های کوتاه مدت و قابل اطمینان که بتوان بوسیله آنها احتمال سرطان زایی مواد را حدس زد و برتری آنها را برای آزمایش های دراز مدت تعیین کنیم، کاملاً محسوس است. تعداد زیادی از این آزمایش های کوتاه مدت در دسترس و یا در حال تکمیل می باشند.

آزمایش « سالمونلا / میکروزوم / موتاسیون » ( s/m/m ) که توسط آقایان آماس « Ames » و مکام « Mac cam » از آمریکا ارائه شده است، بسیار مورد توجه می باشد. این آزمایش نسبتاً ارزان و حساس است و زود جواب می دهد. به علاوه نتایج آن با نتایج آزمایش های دراز مدت ( Biossay ) درباره مواد سرطان زا یا غیر سرطان زا تا حدود 90 درجه قابل انطباق می باشد. با وجود این ملاحظه می شود که هنوز تعداد زیادی از مواد شیمیایی که وارد بازار مصرف می شوند مورد بررسی لازم قرار نمی گیرند، به علاوه آزمایش های کوتاه مدت بیشتر آثار موتاسیون زایی را ظاهر می سازد تا آثار سرطان زایی را که هدف غایی آزمایش های دراز مدت است. البته ناجایی که آثار موتاسیون زایی و سرطان زایی به یکدیگر مربوط می شوند، این آزمایش های کوتاه مدت سودمند می باشند. ولی این ارتباط به طور قاطع مشخص نشده است و نمی توان گفت که تمام مواد موتاسیون زا دارای آثار سرطان زا هم می باشند و بالعکس. دلایل دیگری هم وجود دارد که مانع از جانسین کردن آزمایش های دراز مدت با آنها می شود. شک نیست که آزمایش های کوتاه مدت دارای جای ارزشمندی در بررسی بیولوژیکی هستند، با این وجود تا روشهای قابل اطمینان جدید وجود ندارد باید به نتایج حاصل از آن ها با دیده شک و تردید نگریست و شاید این مسأله درباره آزمایش های دراز مدت نیز صادق باشد.

### 3-3-6- آزمایشهای دراز مدت ( سمیت مزمن - سرطان زایی )

از این آزمایش ها برای تشخیص سرطان زایی مواد در انسان استفاده می شود. این آزمایش ها در حال حاضر تنها وسیله تشخیص مستقیم پیدایش تومورها می باشد ( البته نه بر روی انسان ) و از پستانداران آزمایشگاهی برای رسیدن به این نتیجه استفاده می گردد. به علاوه این روش ها برای اطلاع از نحوه ورود تغییرات متابولیکی و آثار دارویی مواد شیمیایی نیز بهره گرفته می شود.

آزمایش های دراز مدت بیولوژیکی وسیله مطمئنی برای پیش بینی سرطان زایی مواد شیمیایی و شناخت و پیشگیری از آثار سوء آن ها می باشد.

### 3-3-7- آزمایش های دراز مدت ( سمیت بدون اثر سرطان زایی )

بررسی آثار سمی ( غیر سرطان زایی ) مواد شیمیایی را می توان بوسیله آزمایش کوتاه مدت ( برای تماس حاد و نیمه حاد ) به نحوه مطلوب انجام داد. تماس های حاد معمولاً آثار خود را پس از 24 ساعت بروز می دهند، ولی برای مشاهده آثار سمی نیمه حاد ممکن است زمانی معادل 0/1 دوران زندگی حیوان مورد آزمایش لازم باشد. این آزمایش ها به اندازه آزمایش های سم شناسی دراز مدت قابل بهره برداری نیستند ( به خصوص در موارد حاد )، زیرا آزمایشه ای دراز مدت تمام عمر حیوان

مورد آزمایش را در بر می گیرند ولی هزینه زیاد آنها غالباً مانع انجام کار می شود. دانشمندان سعی کرده اند که یک شیوه آزمایش دراز مدت را که بتواند اطلاعات لازم را با هزینه کم و در مدت کوتاه در اختیار بگذارند ابداع نمایند، مثلاً آزمایش هایی که زمان انجام آن سه تا چهار ماه و هزینه آن نیز کم باشد.

به هر حال چون انسان ها، غالباً در تمام طول عمر در معرض آثار زیان آور مواد شیمیایی مصنوعی می باشند آزمایش های سمیت مزمن نیز باید تمام طول عمر را ( همانند حیوانات آزمایشگاهی ) در بر گیرد. بدین طریق ممکن است عوامل مربوط به افزایش سن مانند تغییرات حساسیت بافتی، تغییرات متابولیسمی، توان فیزیکی و بیماری های دیگر را که بر روی میزان واکنش نسبت به مواد سمی اثر می گذارند نیز مد نظر قرار گیرند. به علاوه به واسطه تغییرات مواد شیمیایی در بدن ممکن است جواب های تازه ای بوسیله آزمایش های دراز مدت بدست آوریم.

بطور خلاصه، آزمایش های بررسی سمیت مواد شیمیایی در درازمدت ( غیر از سرطان زایی ) برای مشاهده آثار غیره منتظره در طول عمر افرادی که در معرض تماس با این مواد هستند بسیار سودمند و قابل استفاده می باشد.

جزئیات مربوط به جنبه های اقتصادی نیز دارای اهمیت می باشد، زیرا هزینه ها با طول مدت آزمایش، تعداد حیوانات مورد آزمایش، آثار نهایی ( مشخص کننده روش های ارزیابی ) و غیره بستگی دارد.

برای ارزیابی آثار مزمن هر یک از مواد شیمیایی از نظر سرطان زایی ( موش و موش صحرایی ) یا غیر سرطان زایی ( یک نوع جونده و یک نوع غیر جونده ) نیاز به دو گونه حیوانی می باشد.

به علت هزینه گزاف در کشورهای مختلف آزمایش های کوتاه مدت و استناداری که بوسیله آنها بتوان به آثار و خطرهای بهداشتی مواد شیمیایی بر روی انسان پی برد تدوین شده است و بررسی های دراز مدت را که دارای هزینه های زیاد می باشد باید با همکاری بین المللی و تبادل اطلاعات به ثمر رساند ( به قسمت زیر توجه شود ).

نظریات نهایی :

مسئولان روز به روز بیشتر متوجه می شوند که مواد بالقوه خطرناک باید مورد آزمایش قرار گیرند تا محصولات زیان آور مشکوک شناسایی شده و قبل از عرضه به بازار تحت نظارت قرار گیرند یا حذف شوند. فقط به این طریق می توان افراد ناآگاه را از خطر های آنها در امان نگه داشت. قرار دادن مواد خطرناک شناخته شده در دسترس کارگران آموزش دیده و مجهز به وسایل ایمنی با تماس افراد غیر آگاه ( محدود یا زیاد ) و بدون امکانات حفاظت از خود بسیار متفاوت است.

گرچه تصمیم گیری برای ممنوع یا محدود کردن استفاده از یک یا گروهی از مواد شیمیایی در مصارف مختلف امری سودمند و ضروری می باشد. اما نتایج پیچیده اقتصادی و اجتماعی نیز باید در نظر

گرفته شود. از نکات مهم، اندازه و هدف کارخانه سازنده، آثار منع یا محدودیت روی درآمد ملی، تولید ملی، بازار کار و مسائل کشوری دیگر مانند تراز تجاری، حفاظت منابع طبیعی و صنایع مربوط می باشد. قوانین مربوط به کنترل مواد شیمیایی سمی زمانی مؤثر واقع خواهد شد که همکاریهای لازم بین صنعت، دولت و مردم وجود داشته باشد. یکی از جنبه های مهم چنین همکاری تبادل اطلاعات است که نه تنها به طور محلی، یعنی جایی که صنعت بر روی دولت و مردم اثر می گذارد و دولت روی مردم و صنعت، بلکه در سطح بین المللی نیز مورد احتیاج است.

همکاری در سطح جهانی برای تبادل اطلاعات بدست آمده امری بسیار اساسی است، زیرا فقط بدین طریق می توان مخارج سنگین آزمایش ها را کاهش داد. همکاری بین المللی برای این که موفق شود باید بر اساس استفاده از روشهای آزمایش استاندارد و تبادل اطلاعات استوار شده باشد. این امر ممکن است برای کشورهای در حال توسعه که قادر به تأمین مخارج سنگین تهیه وسایل طبق قوانین تدوین شده نیستند بسیار مشکل باشد. اما مجبور به صنعتی شدن و تکیه بر تجارت بین المللی درباره ایمنی مواد شیمیایی است که مجریان مشترک آن سازمان ملل ( برنامه محیط زیست )، سازمان بین المللی کار و سازمان بهداشت جهانی می باشند.

### 3-4- مکان های وجود مواد شیمیایی :

نگهداری و بکارگیری مواد شیمیایی به پنج بخش به شرح واردات، تولید، حمل و نقل، نگهداری و مصرف تقسیم بندی می شود.

### 3-4-1- واردات مواد شیمیایی

واردات مواد شیمیایی بر اساس یک نظام قانونمند و جامع که منطبق با اصول علمی باشد در شهر تهران انجام نمی گیرد، عدم رعایت اصول استاندارد، فقدان علائم شناسایی و هشدار دهنده، نامشخص بودن وارد کننده، عدم رعایت اصول علمی در نگهداری، معضلات واردات در مواد شیمیایی می باشد. لذا با توجه به موارد عنوان شده، وضع ضوابط در واردات مواد شیمیایی نیازمند به تدوین قوانین اجرایی در قالب استانداردها در تأمین علائم شناسایی و هشدار دهنده در مشخصه واردات و آزمایشگاه ها مجهز در بررسی مواد شیمیایی وارداتی است.

### 3-4-2- تولید

در چرخه تولید این مواد اصول خاص اجرای برنامه ریزی شده باید رعایت گردد که مهمترین آنها عبارتند از :

- 1- بدهی ترین اصول در راه اندازی یک کارخانه تولید مواد شیمیایی شامل موارد زیر است :  
الف : دور از مناطق مسکونی و پر جمعیت باشد.

ب: قبل از احداث مطالعات زمین شناسی، خاک شناسی و محیط شناسی و غیره در محل انجام شود.

ج: حریم حلقه های حفاظتی و ایمنی برای آن منظور شود.

د: تأثیرات وجود این نوع کارخانه در محل دقیقاً ارزیابی و بررسی شود.

واحد های تولید مواد شیمیایی اکثراً در داخل و یا حومه شهر های بزرگ وجود دارند و بسیاری از واحدهایی که از این مواد استفاده میکنند همچنین رنگ سازی ها، قالیشویی، چاپ سیلیک، چاپخانه ها، چوپ بریها، واحد های تولید کفش، چرم سازی ها و امثال این مواد در داخل شهر و همجوار با تصرفات با بار جمعیت بالا فعالیت می کنند.

در واقع باید اذعان نمود که تهران نمونه بارزی از یک کلان شهر نا ایمن در قبال معضلات ناشی از حوادث شیمیایی است.

پساب و ضایعات ناشی از تولید کننده ها به مراتب خطرناکتر و آلاینده تر از مواد اولیه می باشد. پساب این واحدها باید توسط کارشناسان بهداشت محیط و حفاظت ایمنی به دقت مورد کنترل و آزمایش قرار گیرند و ضایعات به روش های مطمئن دفع شوند تا از آلودگی آب و خاک و هوا جلوگیری شود. کارگران در این گونه واحدها با مواد اولیه و شیمیایی ارتباط و تماس مستقیم دارند؛ همین امر باعث آلودگی می شود که به راحتی از طریق آنها به خانواده و سپس در سطح جامعه گسترش یابد. در این واحدها باید علاوه بر رعایت دقیق موازین بهداشت، کنترل های محیطی نیز اعمال گردد و با فاصله های زمانی مناسب میزان تماس کارگران با مواد زیان آور چرخه تولید از جهت شیمیایی فیزیکی، بیولوژیکی مورد بررسی قرار گیرد. این واحدها می بایست علاوه بر تجهیزات فردی و جمعی جهت پیشگیری از وقوع حوادث شیمیایی امکانات لازم و مناسب را جهت مقابله با هر نوع حادثه پیش بینی نشده در اختیار داشته باشند.

3-4-3- حمل و نقل

طبعاً حمل و نقل این مواد نیز باید تابع قانون وضابطه باشد، این مواد باید با وسایل نقلیه مخصوص و مجهز حمل و نقل گردند و تحت شرایط خاص آب و هوایی با توجه به مناطق مورد نظر حمل و بکارگیری شود. وسایل نقلیه حامل مواد شیمیایی می بایست دارای علائم شیمیایی هشدار دهنده با رنگ مشخص باشند، رانندگان باید آموزشهای لازم را دیده و بدانند که چه موادی را حمل میکنند.

3-4-4- نگهداری

مواد شیمیایی دارای تاریخ تولید و انقضاء می باشند. در این میان بعضی از این مواد و پس از انقضای تاریخ بر اثر فعل انفعالات شیمیایی خطرناک میگردند، لذا با توجه به تاریخ انقضای این گونه مواد پس از پایان تاریخ مصرف می بایست به واحد تولید کننده ارجاع گردد. مواد شیمیایی باید در شرایط خاصی از لحاظ درجه حرارت و یا در معرض اشعه خورشید و یا مجاورت هوا قرار گرفتن نگهداری شوند، متأسفانه مشکل انبارداری و نگهداری مواد و کالاها یکی از معضلات پیچیده در کشور ما

بخصوص شهر تهران است. سوجویی و فقدان مقررات، این انبارها را به بمبهای مجهز کرده که چاشنی انفجار آن کشیده شده و هر لحظه امکان انفجار دارد.

3-4-5- مصرف

موادشیمیایی در زندگی روزمره ما بصورت حشره کش و گندزدا استفاده میشود این مواد در کشاورزی و صنعت پزشکی و صدها زمینه دیگر مورد استفاده قرار میگیرد، بنابراین ضروری است همه افراد جامعه با خطرات این نوع مواد آشنا باشند. میزان (مقدار)، زمان و چگونگی مصرف این موادتابع اصول ایمنی دانش شناخت مواد شیمیایی باشد.

3-5- اثرات کلی مواد شیمیایی روی بدن

3-5-1- راه های جذب :

آتش نشانان در محل حریق در معرض تماس و اثر پذیری موادشیمیایی از راه های جذبی پوست، دستگاه تنفسی، مخاط و دستگاه گوارشی هستند و معمولاً با انتقال خودروها و تجهیزات آلوده شده و لباسهای حریق آلوده شده به گردوغبار موادشیمیایی و آلودگی ناشی از تماس مستقیم آنها به ایستگاه و شستشوی ناقص آنها، این آلودگی گسترش بیشتری می یابد.

3-5-2- علائم مسمومیت:

- 1- تغییر مزه در دهان
  - 2- خشک شدن گلو
  - 3- احساس سوزش و خارش و در گلو
  - 4- احساس سوزش و خارش و سوزش در بینی و حلق
  - 5- آبریزش بینی
  - 6- سوزش در چشم ها
  - 7- حالت تهوع همراه با سردرد، عدم تعادل وضعف
- پس از خارج شدن از محیط آلوده به طور موقت اثرات فوق کاهش یافته یا احساس نمی شوند و فرد ظاهراً احساس سلامتی می نماید ولی پس از حدود 12 ساعت اثرات شیمیایی با شدت بیشتر بروز می کند.

علائم ثانویه مسمومیت پس از 12 ساعت :

- 1- احساس سوزش و درد همراه با تیر کشیدن پشت جناق سینه.
  - 2- افزایش تعداد تنفس (الزاماً کاهش عمق تنفس و افزایش تنفس در دقیقه).
  - 3- کند شدن ضربان قلب.
  - 4- سرفه کردن (نخست سرفه های خشک که بعداً تبدیل به سرفه همراه با خلط و یا احتمالاً خلط خونی می شود).
  - 5- احساس تنگی نفس شدید همراه با تپش قلب.
  - 6- سر درد همراه با ضعف کلی.
  - 7- کبود شدن لب، دست و پا.
- این حالت ها 2 روز ادامه خواهد داشت و پس از آن مصدوم بتدریج رو به بهبودی می رود.

علائم مسمومیت متوسط

- 1- احساس ناراحتی در دستگاه تنفس
- 2- قرمزی چشم همراه با ریزش اشک.
- 3- قرمزی رنگ پوست که به تدریج کبود می گردد.
- 4- خشکی صورت و لب ها.
- 5- احساس خفگی (تنفس با صدای خس خس همراه که قابل شنیدن می باشد).
- 6- افزایش ضربان قلب (100 الی 130 بار در دقیقه).
- 7- خارج شدن کف از دهان و بینی که نخست بصورت مایعی زرد رنگ بوده و بتدریج مبدل به آبی می گردد.

در بعضی افراد مصدوم عوارضی بدین صورت دارد:

- 1- خاکستری شدن پوست و احساس ناراحتی در تنفس.
- 2- تعریق سرد ( ظهور دانه های سرد عرق بر روی صورت ).
- 3- تغییر رنگ لبها به قرمز ارغوانی که این رنگ در مقایسه با چهره به نظر مصنوعی می آید.
- 4- افزایش ضربان قلب (140 الی 180 بار در دقیقه).
- 5- تنفس کوتاه و تند.

در چنین شرایطی ممکن است که فرد مصدوم پس از 24 ساعت زنده بماند. دمای بدن او 38 تا 39 درجه سانتیگراد افزایش پیدا میکند. رنگ پوستش آبی و یا سبز رنگ می گردد و قسمت های حساس بدن چون دور گردن و چهره و دستگاه تناسلی و اطراف آن قرمز میشود. همچنین مسموم دچار ناراحتی های زیر میگردد:

- 1- اسهال، سردرد، سرگیجه شدید و حالت تهوع.
- 2- احساس گیجی.
- 3- افزایش ضربان قلب (100 الی 130 بار در دقیقه).

#### مسمومیت حاد

در تماسی موادی با غلظت زیاد مسمومیت به صورت حاد بروز می کند (یعنی زمان بروز علائم مسمومیت بسیار کوتاه است) که علائم آن شامل تنگی تنفس شدید، درد در قفسه سینه، از کار افتادن عضلات تنفسی ( فلج ) و دیافراگم، سپس درد شدید در شکم، بیهوشی و نهایتاً مرگ می باشد.

#### 3-6- شرایط نگهداری مواد شیمیایی :

توصیه ها و هشدارهای ایمنی در خصوص انبارها

- 1- ضرورت دارد انبارها از نظر کالا و محتویات و غیره درجه بندی و طبقه بندی و گروه بندی گردد.
- 2- ضروری است اصول طراحی ایمنی در انبارها اجرا گردد.
- 3- نکات ایمنی عمومی انبارها در پیشگیری از آتش سوزی مهم می باشد.
- 4- انبارها می بایست مجهز به وسایل اطفائی و سیستم های اعلام اتوماتیک و دستی باشد.
- 5- تابلو و علائم هشدار دهنده ایمنی در انبارها نصب شود و نصب تلفن آتش نشانی 125 و ارگان های

#### امدادی ضروری است

- 6- سیم کشی برق انبارها باید توکار و از داخل لوله های مخصوص انجام گیرد و اتصالات کلیه کلیدها و پریزها و روشنایی ها از نوع ضد جرقه و ضد انفجار انتخاب گردد.
- 7- استفاده از دستگاه های حرارتی شعله عریان در داخل انبارها ممنوع است.
- 8- کلیه کارکنان انبارها باید آموزش آتش نشانی و ایمنی و طرز کار با وسایل اطفایی را فرا گیرند.
- 9- کالا و محتویات بسته بندی و اجناس باید بر روی پاکت های فلزی با در نظر گرفتن اصول ایمنی انبارها چیده شود.

- 10 - ارتفاع کالاها در انبارها به هر شکل انبار چینی نباید بیش از 4/5 متر باشد و بطور کلی فاصله بین سقف انبار و مرتفع ترین نقطه کالاهای چیده شده نباید کمتر از یک متر باشد.
- 11 - تابلو " استعمال دخانیات در داخل و خارج انبارها مطلقاً ممنوع " نصب و اجرای آن الزامی است.
- 12 - ضایعات قابل اشتعال در انبارها باید در ظروف در بسته فلزی ریخته شود.
- 13 - ایجاد آبدارخانه و آسایشگاه به هر شکل داخل انبارها ممنوع است.
- 14 - فضای انبارها باید مستمراً غبار رویی گردد و ضایعات مرتباً جمع آوری و از محل تخلیه شوند.
- 15 - جهت جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید شیشه های پنجره ها و نورگیرهای انبارها باید از نوع مات انتخاب شوند و یا رنگ آمیزی شود.
- 16 - نورگیرهای انبار باید از داخل با تور سیمی مقاوم و در خارج با حفاظ فلزی، حفاظ بندی گردد.
- 17 - در انبار باید متناسب با حجم محیط، دستگاه های هواکش از نوع ضد جرقه و انفجار نصب گردد؛ محل نصب هواکش ها تابع خواص مواد و گازهای حاصله و غیره می باشد.
- 18 - انبارها باید طبقه بندی شده، در هر قسمت با کشیدن دیوار جدا کننده از دیگر کالاها مجزا شود و برای یک نوع کالا اختصاص داده شود. دیوار باید حداقل 4-2 ساعت مقاومت در برابر آتش سوزی داشته باشد.
- 19 - کلیه تجهیزات و سیستم های آتش نشانی و اصول انبارداری با نظر کارشناس آتش نشانی تأمین گردد.
- 20 - ساختمان انبارهای نگهداری مایعات قابل اشتعال باید در محل های ایمنی و هر چه دورتر از سایر تاسیسات و اماکن و مواد قابل احتراق احداث گردد.
- 21 - اسکلت اصلی ساختمان انبار فرآورده های نفتی می بایست به برفگیر و صاعقه شکن و شبکه مربوطه جهت تخلیه الکتریسیته ساکن مجهز شود.
- 22 - مناسب ترین و اصولی ترین روش نگهداری فرآورده های نفتی استفاده از مخازن و تانکرهای ثابت می باشد که این مخازن به شکل استوانه ای دو سر محدب و از جنس فولاد ساخته و بصورت افقی مستقر می گردد و به سه طریق انجام می گیرد.
  - الف) مدفون در زمین
  - ب) نیمه مدفون
  - ج) آزاد
- 23 - علائم و تابلوهای خطرات به صورت شبرنگ در محوطه انبار در معرض دید نصب و مورد بهره برداری قرار گیرد.



24 - کروکی و لیست مواد موجود در هر انبار و کلیه وسایل و سیستم های آتش نشانی و تعداد پرسنل و اطلاعات دیگر توسط کارشناس آتش نشانی و ایستگاه مربوطه در بانک اطلاعات آتش نشانی قرار

گیرد.

بیشتر بدانید :

1- هر دانش آموز یا دانشجو یک ماده شیمیایی که بر حسب شناسایی دارد به کلاس آورده و آن را توضیح دهد.

2- بازدید از چند کارخانه مواد شیمیایی

3- حوادث و حریق های شیمیایی استان مورد مطالعه قرار گیرد.

4- گزارشی از افرادی که مورد آثار سوء مواد شیمیایی قرار گرفته اند تهیه شود.

#### فصل 4:

### توانایی عملیات در حریق ناشی از مواد شیمیایی

#### 4-1 - انواع حریق و حوادث مواد شیمیایی

با توجه این که در این زمینه مطالعات کافی انجام نشده است و با توجه به کثرت مواد شیمیایی و حریق ها و حوادث آن، طبقه بندی ها کامل نبوده و در آینده کامل تر خواهد شد. طبقه بندی ارائه شده فعلی به قرار زیر است:

الف) حوادثی که منجر به آتش سوزی مواد شیمیایی شده است و غیر از مسئله نشت و پراکندگی مسئله اطفاء حریق آن نیز مطرح می باشد.

ب) حوادثی که منجر به نشت و پراکندگی بدون شعله و آتش سوزی می باشد و مسئله مهم رفع آلودگی می باشد.

در هر دو حالت باید با شعاع مناسب تخلیه افراد صورت پذیرد و از حداقل آب جهت اطفاء یا جلوگیری از آلودگی استفاده گردد، زیرا آب بیشتر، باعث آلودگی بیشتری خواهد شد.

#### 4-2 - ضوابط عملیات در حوادث

ضوابط نگهداری و مقابله با حوادث شیمیایی به شش بخش مجزاء می شود که هر یک از موارد مذکور مبین حدود اجرای تدابیر وضع شده، به کارگیری و مقابله با این گونه از حوادث است.

الف) قوانین وضع شده در نگهداری و به کارگیری مواد شیمیایی و در نهایت هنگام بروز حوادث مقابله با آن.

ب) وسایل و تجهیزات ویژه در برخورد با اینگونه حوادث.

ج) آموزش های ویژه در مواجهه با این گونه حوادث.

د) استفاده از کد شناسایی ماده شیمیایی.

ه) خودروهای مقابله با حوادث شیمیایی.

و) سیستم های نرم افزاری در مواجهه با چنین حوادث.

#### 4-2-1 - قوانین مقابله با حوادث شیمیایی:

در اکثر کشورها قوانین ایمنی این گونه حوادث را در چهار چوب آموزش های تخصصی و تجهیزات ویژه بر عهده آتش نشانی قرار داده است و این تشکیلات را متولی مقابله با این گونه حوادث نموده است. در کشور ایران هنوز قانون مصوبی که تعریف خاص تشکیلاتی در مواجهه با حوادث شیمیایی داشته باشد مشخص نشده است و هیچ سازمان بحران مداری خود را متولی مقابله با این گونه حوادث نمی داند چرا که اصلاً هیچ قانونی از این مهم تابعیت نمی کند و تنها سازمانی که عملاً پس از بروز چنین حوادثی وارد عمل می شود سازمان آتش نشانی می باشد این سازمان به جهت کمبود تجهیزات و آموزش های تخصصی فوق العاده آسیب پذیر در مواجهه با این گونه حوادث می باشد. سازمان آتش نشانی به جهت

متولی بودن ذهنی و عینی با حوادث می تواند مجری شایسته ای برای مقابله با این گونه حوادث باشد. البته با تدابیر خاص آموزش های تخصصی و تجهیزات ویژه حوادث شیمیایی و قوانین کلی و تشکیلاتی در این رابطه.

## 2- وسایل و تجهیزات :

وسایل و تجهیزات مربوط به حوادث شیمیایی از تکنیک و پیچیدگی های خاصی نسبت به دیگر وسایل و تجهیزات آتش نشانی برخوردار هستند؛ به همین دلیل قیمت تولید آنها نیز بسیار بالاست. تجهیزات شیمیایی معمولاً مربوط به مقابله با حوادث خاص بوده و پس از جمع آوری وسایل آلوده می شوند. ولی جایگاه قانونی سازمان و یا ارگان مسئول رفع آلودگی مشخص نمی باشد و با توجه به تکنیک بسیار پیچیده، این وظیفه از عهده سازمان آتش نشانی خارج می باشد.

### تجهیزات مقابله با حوادث شیمیایی

- 1- دستگاه تنفسی
- 2- البسه مقابل با مواد شیمیایی
- 3- دوش های شستشوی مواد شیمیایی (صحرایی)
- 4- پمپ انتقال مواد شیمیایی که مقاوم در برابر خوردگی مواد شیمیایی و ایزوله در برابر جریان برق باشد.

### 5- حوضچه های مواد شیمیایی

### 6- مواد خنثی کننده

### 7- خمیر مسدود کننده مایعات

### 8- کیت های مقابله با حوادث به خصوص

### 9- انواع بیل، چکش و کلنگ

### 10- سطل، گالن و تشتک های مقاوم در برابر مواد شیمیایی خورنده

### 11- جمع کننده ریزش مایعات از مخازن

### 12- مکنده مایعات شیمیایی از سطح آب ( برقی و دستی )

### 13- انواع گوه های چوبی

### 14- انواع مواد جذب کننده مایعات

### 15- علائم هشدار دهنده

### 16- نشان دهنده سطوح مایعات

### 17- انواع لوله های آنتی هیستاتیک ( مقاوم در برابر خوردگی )

### 18- اتصالات ارت

### 4-2-3- آموزش

به دلیل پیچیدگی و تکنیک بسیار بالای تجهیزات و مواد شیمیایی گوناگون پرسنل مسئول باید از آموزش های کافی و لازم برخوردار باشند تا بتوانند در مواقع لازم کار آیی مطلوب داشته باشند. بخشی از آموزش ها را می توان در داخل کشور انجام داد ولی بخش عمده باید در خارج از کشور انجام پذیرد.

#### 4-2-4- استفاده از کد شناسایی ماده شیمیایی

می بایست هر چه سریعتر مقامات مسئول نسبت به تهیه و تدوین کدهای شناسایی مواد شیمیایی خطرناک اقدام و مصوبه اجرایی را ارائه دهند.

#### 4-2-5- خودروهای مقابله با حوادث شیمیایی

خودروهای مقابله با مواد شیمیایی شامل چند بخش میباشند:

الف) بخش اول : وسایل و تجهیزات تشخیص دهنده مواد شیمیایی

ب) بخش دوم : وسایل و تجهیزات مخصوص نمونه برداری و جمع آوری وسائل آلوده جهت انتقال به مراکز خاص رفع آلودگی

ج) بخش سوم : وسایل و تجهیزات هشدار دهنده و محدود کننده محیط آلوده

د) بخش چهارم : وسایل و تجهیزات مقابله با مواد شیمیایی

هـ) بخش پنجم : لباسها و دستگاههای تنفسی مخصوص حفاظت پرسنل مقابله کننده

و) بخش ششم : لوازم و وسایل رفع آلودگی پرسنل و معاینات پزشکی

در حال حاضر به غیر از 4 دستگاه خودرو و نجات سازمان آتش نشانی و در برخی از شهرستان ها که دارای بخش بسیار جزئی از وسائل مربوط می باشند. در کشور خودروی مورد نیاز مطابق با استانداردها وجود ندارد، بطور مثال هنوز در آتش نشانی های شهری در کشور لباس مخصوص مقابله با مواد شیمیایی وجود ندارد.

#### 4-2-6- سیستم نرم افزاری

سیستم های نرم افزاری اطلاعاتی در زمینه های یاد شده و اطلاعات کلیه مراحل مقابله با حوادث شیمیایی لازم است تهیه و در ستادهای فرماندهی سازمان های آتش نشانی از عملیات اطفاء و مهار حوادث شیمیایی پشتیبانی نمایند. بدیهی است کلیه مراحل یاد شده باید تحت نظر متخصصان مربوطه باشد تا دانش فنی لازم به سازمان های آتش نشانی انتقال یابد.

#### 4-3- فعالیت عملی

1- آموزش تجهیزات خودرو 1017 بخش مواد شیمیایی.

2- بازدید از چند کارخانه مواد شیمیایی.

3- بازسازی چند آتش سوزی مواد شیمیایی در سالهای اخیر :

الف : مطالعه گزارش عملیات.

ب : سخنرانی یکی از فرماندهان حاضر در محل عملیات.

**ج: اجرای عملیات بازسازی شده.**

**4- بازدید از تأسیسات تصفیه آب و واحد کلر زنی و عملیات مهار سیلندر کلر نشت کرده.**

**الف: مطالعه گزارش مانور.**

**ب: مشاهده فیلم مانور.**

**ج: بازدید از تأسیسات و اجرای مانور.**

**منابع :**

- 1/ Manual of Firemanship Book
- 2/ Encyclopaedia of Occupational Health and Safty - Third Edition.

- 3- شیمی عمومی - مورتیمر
- 4- شیمی عمومی توصیفی ( جلد 1) - ترجمه پروفیسور مهران غیائی - دانشگاه صنعتی اصفهان
- 5- جزوه راهیان دانشگاه دبیرستان - مؤلف احمد دانش ثانی - جهاد دانشگاهی
- 6- فرهنگ عناصر - پورمقدم وصابری
- 7- اصول و مبانی حریق - مهندس رزمیانفر
- 8- خطرات حریق مواد شیمیایی - مهندس رزمیانفر
- 9- ایمنی در انبارداری و نگهداری مواد شیمیایی - ترجمه دکتر رفاهی - دکتر آشتیانی
- 10- جزوه مواد شیمیایی خطرناک - ناصر رهبر
- 11- جزوه گاز کلر - ناصر غفوری
- 12- کتاب های شیمی دبیرستان

جدول ۱-۱: جدول اجزای کف و دیوار اتاق در آزمایشگاه  
آزمایشگاه آتش‌نشانی تهران

اجزای کف	اجزای دیوار
۱- بتن	۱- بتن
۲- سیمان	۲- سیمان
۳- شن	۳- شن
۴- گچ	۴- گچ
۵- آجر	۵- آجر
۶- کاشی	۶- کاشی
۷- پلاستر	۷- پلاستر
۸- سیمان پورتلند	۸- سیمان پورتلند
۹- شن درشت	۹- شن درشت
۱۰- شن ریز	۱۰- شن ریز
۱۱- گچ سفید	۱۱- گچ سفید
۱۲- آجر سرخ	۱۲- آجر سرخ
۱۳- آجر سفید	۱۳- آجر سفید
۱۴- کاشی سفید	۱۴- کاشی سفید
۱۵- کاشی سبز	۱۵- کاشی سبز
۱۶- کاشی قرمز	۱۶- کاشی قرمز
۱۷- کاشی آبی	۱۷- کاشی آبی
۱۸- کاشی زرد	۱۸- کاشی زرد
۱۹- کاشی سیاه	۱۹- کاشی سیاه
۲۰- کاشی طرح	۲۰- کاشی طرح
۲۱- کاشی موزاییک	۲۱- کاشی موزاییک
۲۲- کاشی شیشه‌ای	۲۲- کاشی شیشه‌ای
۲۳- کاشی فلزی	۲۳- کاشی فلزی
۲۴- کاشی پلاستیکی	۲۴- کاشی پلاستیکی
۲۵- کاشی چوبی	۲۵- کاشی چوبی
۲۶- کاشی سنگی	۲۶- کاشی سنگی
۲۷- کاشی بتن	۲۷- کاشی بتن
۲۸- کاشی سرامیک	۲۸- کاشی سرامیک
۲۹- کاشی موزاییک	۲۹- کاشی موزاییک
۳۰- کاشی شیشه‌ای	۳۰- کاشی شیشه‌ای
۳۱- کاشی فلزی	۳۱- کاشی فلزی
۳۲- کاشی پلاستیکی	۳۲- کاشی پلاستیکی
۳۳- کاشی چوبی	۳۳- کاشی چوبی
۳۴- کاشی سنگی	۳۴- کاشی سنگی
۳۵- کاشی بتن	۳۵- کاشی بتن
۳۶- کاشی سرامیک	۳۶- کاشی سرامیک
۳۷- کاشی موزاییک	۳۷- کاشی موزاییک
۳۸- کاشی شیشه‌ای	۳۸- کاشی شیشه‌ای
۳۹- کاشی فلزی	۳۹- کاشی فلزی
۴۰- کاشی پلاستیکی	۴۰- کاشی پلاستیکی
۴۱- کاشی چوبی	۴۱- کاشی چوبی
۴۲- کاشی سنگی	۴۲- کاشی سنگی
۴۳- کاشی بتن	۴۳- کاشی بتن
۴۴- کاشی سرامیک	۴۴- کاشی سرامیک
۴۵- کاشی موزاییک	۴۵- کاشی موزاییک
۴۶- کاشی شیشه‌ای	۴۶- کاشی شیشه‌ای
۴۷- کاشی فلزی	۴۷- کاشی فلزی
۴۸- کاشی پلاستیکی	۴۸- کاشی پلاستیکی
۴۹- کاشی چوبی	۴۹- کاشی چوبی
۵۰- کاشی سنگی	۵۰- کاشی سنگی
۵۱- کاشی بتن	۵۱- کاشی بتن
۵۲- کاشی سرامیک	۵۲- کاشی سرامیک
۵۳- کاشی موزاییک	۵۳- کاشی موزاییک
۵۴- کاشی شیشه‌ای	۵۴- کاشی شیشه‌ای
۵۵- کاشی فلزی	۵۵- کاشی فلزی
۵۶- کاشی پلاستیکی	۵۶- کاشی پلاستیکی
۵۷- کاشی چوبی	۵۷- کاشی چوبی
۵۸- کاشی سنگی	۵۸- کاشی سنگی
۵۹- کاشی بتن	۵۹- کاشی بتن
۶۰- کاشی سرامیک	۶۰- کاشی سرامیک
۶۱- کاشی موزاییک	۶۱- کاشی موزاییک
۶۲- کاشی شیشه‌ای	۶۲- کاشی شیشه‌ای
۶۳- کاشی فلزی	۶۳- کاشی فلزی
۶۴- کاشی پلاستیکی	۶۴- کاشی پلاستیکی
۶۵- کاشی چوبی	۶۵- کاشی چوبی
۶۶- کاشی سنگی	۶۶- کاشی سنگی
۶۷- کاشی بتن	۶۷- کاشی بتن
۶۸- کاشی سرامیک	۶۸- کاشی سرامیک
۶۹- کاشی موزاییک	۶۹- کاشی موزاییک
۷۰- کاشی شیشه‌ای	۷۰- کاشی شیشه‌ای
۷۱- کاشی فلزی	۷۱- کاشی فلزی
۷۲- کاشی پلاستیکی	۷۲- کاشی پلاستیکی
۷۳- کاشی چوبی	۷۳- کاشی چوبی
۷۴- کاشی سنگی	۷۴- کاشی سنگی
۷۵- کاشی بتن	۷۵- کاشی بتن
۷۶- کاشی سرامیک	۷۶- کاشی سرامیک
۷۷- کاشی موزاییک	۷۷- کاشی موزاییک
۷۸- کاشی شیشه‌ای	۷۸- کاشی شیشه‌ای
۷۹- کاشی فلزی	۷۹- کاشی فلزی
۸۰- کاشی پلاستیکی	۸۰- کاشی پلاستیکی
۸۱- کاشی چوبی	۸۱- کاشی چوبی
۸۲- کاشی سنگی	۸۲- کاشی سنگی
۸۳- کاشی بتن	۸۳- کاشی بتن
۸۴- کاشی سرامیک	۸۴- کاشی سرامیک
۸۵- کاشی موزاییک	۸۵- کاشی موزاییک
۸۶- کاشی شیشه‌ای	۸۶- کاشی شیشه‌ای
۸۷- کاشی فلزی	۸۷- کاشی فلزی
۸۸- کاشی پلاستیکی	۸۸- کاشی پلاستیکی
۸۹- کاشی چوبی	۸۹- کاشی چوبی
۹۰- کاشی سنگی	۹۰- کاشی سنگی
۹۱- کاشی بتن	۹۱- کاشی بتن
۹۲- کاشی سرامیک	۹۲- کاشی سرامیک
۹۳- کاشی موزاییک	۹۳- کاشی موزاییک
۹۴- کاشی شیشه‌ای	۹۴- کاشی شیشه‌ای
۹۵- کاشی فلزی	۹۵- کاشی فلزی
۹۶- کاشی پلاستیکی	۹۶- کاشی پلاستیکی
۹۷- کاشی چوبی	۹۷- کاشی چوبی
۹۸- کاشی سنگی	۹۸- کاشی سنگی
۹۹- کاشی بتن	۹۹- کاشی بتن
۱۰۰- کاشی سرامیک	۱۰۰- کاشی سرامیک

۱- در این جدول اجزای کف و دیوار اتاق در آزمایشگاه آتش‌نشانی تهران  
شماره گذاری شده است و در این شماره گذاری اجزای کف و دیوار اتاق در  
آزمایشگاه آتش‌نشانی تهران شماره گذاری شده است.

شیمی حریق  
سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران

جدول ۱- جدولی شیمیایی از جرمهای اتمی، ایزوتوپها، نمادها، نمادها، نمادها، نمادها

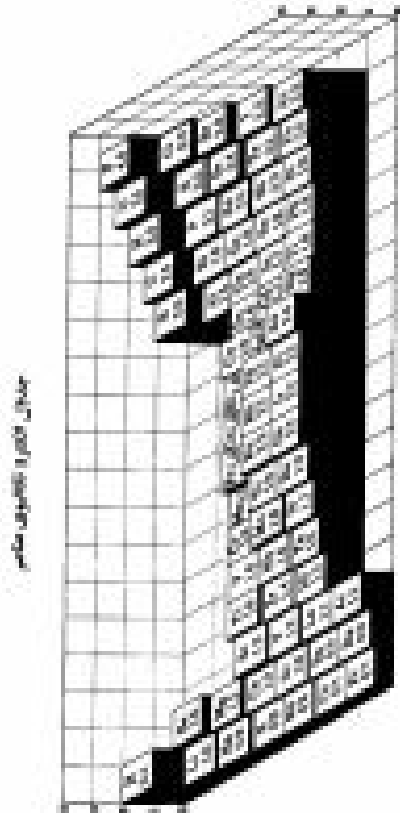
ردیف	نماد	نماد	نماد	نماد	نماد	نماد
۱	۱H	هیدروژن	۱	۱	۱H	هیدروژن
۲	۲He	هلیوم	۲	۲	۲He	هلیوم
۳	۳Li	لیتیم	۳	۳	۳Li	لیتیم
۴	۴Be	بeryllium	۴	۴	۴Be	بeryllium
۵	۵B	بور	۵	۵	۵B	بور
۶	۶C	کربن	۶	۶	۶C	کربن
۷	۷N	نیتروژن	۷	۷	۷N	نیتروژن
۸	۸O	اکسیژن	۸	۸	۸O	اکسیژن
۹	۹F	فلورین	۹	۹	۹F	فلورین
۱۰	۱۰Ne	نئون	۱۰	۱۰	۱۰Ne	نئون
۱۱	۱۱Na	سدیم	۱۱	۱۱	۱۱Na	سدیم
۱۲	۱۲Mg	منگنیم	۱۲	۱۲	۱۲Mg	منگنیم
۱۳	۱۳Al	آلومینیم	۱۳	۱۳	۱۳Al	آلومینیم
۱۴	۱۴Si	سیلیسیم	۱۴	۱۴	۱۴Si	سیلیسیم
۱۵	۱۵P	فسفر	۱۵	۱۵	۱۵P	فسفر
۱۶	۱۶S	کبریت	۱۶	۱۶	۱۶S	کبریت
۱۷	۱۷Cl	کلر	۱۷	۱۷	۱۷Cl	کلر
۱۸	۱۸Ar	آرگون	۱۸	۱۸	۱۸Ar	آرگون
۱۹	۱۹K	پتاسیم	۱۹	۱۹	۱۹K	پتاسیم
۲۰	۲۰Ca	کلسیم	۲۰	۲۰	۲۰Ca	کلسیم
۲۱	۲۱Sc	اسکاندیم	۲۱	۲۱	۲۱Sc	اسکاندیم
۲۲	۲۲Ti	تیتانیوم	۲۲	۲۲	۲۲Ti	تیتانیوم
۲۳	۲۳V	وانادیوم	۲۳	۲۳	۲۳V	وانادیوم
۲۴	۲۴Cr	کروم	۲۴	۲۴	۲۴Cr	کروم
۲۵	۲۵Mn	منگن	۲۵	۲۵	۲۵Mn	منگن
۲۶	۲۶Fe	آهن	۲۶	۲۶	۲۶Fe	آهن
۲۷	۲۷Co	کوبالت	۲۷	۲۷	۲۷Co	کوبالت
۲۸	۲۸Ni	نیکل	۲۸	۲۸	۲۸Ni	نیکل



شیمی حریق  
سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران

جدول استاندارد ایزو ۱۱۷۱۰-۱: جدول اتمی جدول تناوبی استاندارد ایزو

شماره اتمی	نماد	نام عنصر	شماره اتمی	نماد	نام عنصر
۱	H	هیدروژن	۲	He	هلیوم
۳	Li	لیتیم	۴	Be	بeryllium
۵	B	بور	۶	C	کربن
۷	N	نیتروژن	۸	O	اکسیژن
۹	F	فلور	۱۰	Ne	نئون
۱۱	Na	سدیم	۱۲	Mg	منگنز
۱۳	Al	آلومینیم	۱۴	Si	سیلیسیم
۱۵	P	فسفر	۱۶	S	کبریت
۱۷	Cl	کلر	۱۸	Ar	آرگون
۱۹	K	پتاسیم	۲۰	Ca	کلسیم
۲۱	Sc	اسکاندیم	۲۲	Ti	تیتانیوم
۲۳	V	وانادیم	۲۴	Cr	کروم
۲۵	Mn	منگنز	۲۶	Fe	آهن
۲۷	Co	کوبالت	۲۸	Ni	نیکل
۲۹	Cu	مس	۳۰	Zn	روی
۳۱	Ga	گالیم	۳۲	Ge	جرمانیم
۳۳	As	آنتیمون	۳۴	Se	سلنیم
۳۵	Br	بروم	۳۶	Kr	کریپتون
۳۷	Rb	روبیوم	۳۸	Sr	استرونسیم
۳۹	Y	یتربیوم	۴۰	Zr	زیرکونیم
۴۱	Zr	زیرکونیم	۴۲	Nb	نیوبیم
۴۳	Ta	تانگستیم	۴۴	Hf	هافنیم
۴۵	Hf	هافنیم	۴۶	Ta	تانگستیم
۴۷	Ta	تانگستیم	۴۸	Hg	جیوه
۴۹	Hg	جیوه	۵۰	Pb	سرب
۵۱	Tl	تالیوم	۵۲	Bi	بیزم
۵۳	Bi	بیزم	۵۴	Po	پولونیم
۵۵	Po	پولونیم	۵۶	At	آستاتین
۵۷	At	آستاتین	۵۸	Rn	رادون
۵۹	Rn	رادون	۵۹	La	لانتان
۶۰	La	لانتان	۶۱	Ce	سرمیسم
۶۲	Ce	سرمیسم	۶۳	Pr	پرومتیم
۶۳	Pr	پرومتیم	۶۴	Nd	نیودیم
۶۴	Nd	نیودیم	۶۵	Pm	پرمیتیم
۶۵	Pm	پرمیتیم	۶۶	Sm	ساماریوم
۶۶	Sm	ساماریوم	۶۷	Eu	یوربوم
۶۷	Eu	یوربوم	۶۸	Gd	گدولیم
۶۸	Gd	گدولیم	۶۹	Tb	تربیم
۶۹	Tb	تربیم	۷۰	Dy	دیسمیوم
۷۰	Dy	دیسمیوم	۷۱	Ho	هولمیوم
۷۱	Ho	هولمیوم	۷۲	Er	ئربیم
۷۲	Er	ئربیم	۷۳	Tm	تیمانیوم
۷۳	Tm	تیمانیوم	۷۴	Yb	یتربیوم
۷۴	Yb	یتربیوم	۷۵	Lu	لوئیسیم
۷۵	Lu	لوئیسیم	۷۶	Hf	هافنیم
۷۶	Hf	هافنیم	۷۷	Ta	تانگستیم
۷۷	Ta	تانگستیم	۷۸	W	ولفرام
۷۸	W	ولفرام	۷۹	Re	رینیوم
۷۹	Re	رینیوم	۸۰	Os	اوسمیوم
۸۰	Os	اوسمیوم	۸۱	Ir	ایریدیوم
۸۱	Ir	ایریدیوم	۸۲	Pt	پلاتین
۸۲	Pt	پلاتین	۸۳	Au	طلا
۸۳	Au	طلا	۸۴	Hg	جیوه
۸۴	Hg	جیوه	۸۵	Tl	تالیوم
۸۵	Tl	تالیوم	۸۶	Pb	سرب
۸۶	Pb	سرب	۸۷	Bi	بیزم
۸۷	Bi	بیزم	۸۸	Po	پولونیم
۸۸	Po	پولونیم	۸۹	At	آستاتین
۸۹	At	آستاتین	۹۰	Rn	رادون
۹۰	Rn	رادون	۹۱	Ac	آکتین
۹۱	Ac	آکتین	۹۲	Th	تورانیوم
۹۲	Th	تورانیوم	۹۳	Pa	پروتاکتینیم
۹۳	Pa	پروتاکتینیم	۹۴	U	اورانیوم
۹۴	U	اورانیوم	۹۵	Np	نپتونیوم
۹۵	Np	نپتونیوم	۹۶	Pu	پلوتونیوم
۹۶	Pu	پلوتونیوم	۹۷	Am	آمریسیوم
۹۷	Am	آمریسیوم	۹۸	Cm	کالمیوم
۹۸	Cm	کالمیوم	۹۹	Bk	برکیلیوم
۹۹	Bk	برکیلیوم	۱۰۰	Cf	کالیفرنیم
۱۰۰	Cf	کالیفرنیم	۱۰۱	Es	ایسبکیم
۱۰۱	Es	ایسبکیم	۱۰۲	Fm	فرمیوم
۱۰۲	Fm	فرمیوم	۱۰۳	Mn	منگنز
۱۰۳	Mn	منگنز	۱۰۴	Uu	یوبکولتیم
۱۰۴	Uu	یوبکولتیم	۱۰۵	Uub	یوبکولتیم
۱۰۵	Uub	یوبکولتیم	۱۰۶	Uuq	یوبکولتیم
۱۰۶	Uuq	یوبکولتیم	۱۰۷	Uuq	یوبکولتیم
۱۰۷	Uuq	یوبکولتیم	۱۰۸	Uuq	یوبکولتیم
۱۰۸	Uuq	یوبکولتیم	۱۰۹	Uuq	یوبکولتیم
۱۰۹	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۰	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۰	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۱	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۱	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۲	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۲	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۳	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۳	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۴	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۴	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۵	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۵	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۶	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۶	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۷	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۷	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۸	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۸	Uuq	یوبکولتیم	۱۱۹	Uuq	یوبکولتیم
۱۱۹	Uuq	یوبکولتیم	۱۲۰	Uuq	یوبکولتیم



جدول میزان نیاز به تجهیزات و مواد مصرفی جهت آتش‌نشانی  
(تجهیزات مورد نیاز - تعداد مورد نیاز)

ردیف	نوع تجهیز	تعداد	ردیف	نوع تجهیز	تعداد
1	تجهیزات	1	1	تجهیزات	1
2	تجهیزات	2	2	تجهیزات	2
3	تجهیزات	3	3	تجهیزات	3
4	تجهیزات	4	4	تجهیزات	4
5	تجهیزات	5	5	تجهیزات	5
6	تجهیزات	6	6	تجهیزات	6
7	تجهیزات	7	7	تجهیزات	7
8	تجهیزات	8	8	تجهیزات	8
9	تجهیزات	9	9	تجهیزات	9
10	تجهیزات	10	10	تجهیزات	10
11	تجهیزات	11	11	تجهیزات	11
12	تجهیزات	12	12	تجهیزات	12
13	تجهیزات	13	13	تجهیزات	13
14	تجهیزات	14	14	تجهیزات	14
15	تجهیزات	15	15	تجهیزات	15
16	تجهیزات	16	16	تجهیزات	16
17	تجهیزات	17	17	تجهیزات	17
18	تجهیزات	18	18	تجهیزات	18
19	تجهیزات	19	19	تجهیزات	19
20	تجهیزات	20	20	تجهیزات	20
21	تجهیزات	21	21	تجهیزات	21
22	تجهیزات	22	22	تجهیزات	22
23	تجهیزات	23	23	تجهیزات	23
24	تجهیزات	24	24	تجهیزات	24
25	تجهیزات	25	25	تجهیزات	25
26	تجهیزات	26	26	تجهیزات	26
27	تجهیزات	27	27	تجهیزات	27
28	تجهیزات	28	28	تجهیزات	28
29	تجهیزات	29	29	تجهیزات	29
30	تجهیزات	30	30	تجهیزات	30
31	تجهیزات	31	31	تجهیزات	31
32	تجهیزات	32	32	تجهیزات	32
33	تجهیزات	33	33	تجهیزات	33
34	تجهیزات	34	34	تجهیزات	34
35	تجهیزات	35	35	تجهیزات	35
36	تجهیزات	36	36	تجهیزات	36
37	تجهیزات	37	37	تجهیزات	37
38	تجهیزات	38	38	تجهیزات	38
39	تجهیزات	39	39	تجهیزات	39
40	تجهیزات	40	40	تجهیزات	40
41	تجهیزات	41	41	تجهیزات	41
42	تجهیزات	42	42	تجهیزات	42
43	تجهیزات	43	43	تجهیزات	43
44	تجهیزات	44	44	تجهیزات	44
45	تجهیزات	45	45	تجهیزات	45
46	تجهیزات	46	46	تجهیزات	46
47	تجهیزات	47	47	تجهیزات	47
48	تجهیزات	48	48	تجهیزات	48
49	تجهیزات	49	49	تجهیزات	49
50	تجهیزات	50	50	تجهیزات	50
51	تجهیزات	51	51	تجهیزات	51
52	تجهیزات	52	52	تجهیزات	52
53	تجهیزات	53	53	تجهیزات	53
54	تجهیزات	54	54	تجهیزات	54
55	تجهیزات	55	55	تجهیزات	55
56	تجهیزات	56	56	تجهیزات	56
57	تجهیزات	57	57	تجهیزات	57
58	تجهیزات	58	58	تجهیزات	58
59	تجهیزات	59	59	تجهیزات	59
60	تجهیزات	60	60	تجهیزات	60
61	تجهیزات	61	61	تجهیزات	61
62	تجهیزات	62	62	تجهیزات	62
63	تجهیزات	63	63	تجهیزات	63
64	تجهیزات	64	64	تجهیزات	64
65	تجهیزات	65	65	تجهیزات	65
66	تجهیزات	66	66	تجهیزات	66
67	تجهیزات	67	67	تجهیزات	67
68	تجهیزات	68	68	تجهیزات	68
69	تجهیزات	69	69	تجهیزات	69
70	تجهیزات	70	70	تجهیزات	70
71	تجهیزات	71	71	تجهیزات	71
72	تجهیزات	72	72	تجهیزات	72
73	تجهیزات	73	73	تجهیزات	73
74	تجهیزات	74	74	تجهیزات	74
75	تجهیزات	75	75	تجهیزات	75
76	تجهیزات	76	76	تجهیزات	76
77	تجهیزات	77	77	تجهیزات	77
78	تجهیزات	78	78	تجهیزات	78
79	تجهیزات	79	79	تجهیزات	79
80	تجهیزات	80	80	تجهیزات	80
81	تجهیزات	81	81	تجهیزات	81
82	تجهیزات	82	82	تجهیزات	82
83	تجهیزات	83	83	تجهیزات	83
84	تجهیزات	84	84	تجهیزات	84
85	تجهیزات	85	85	تجهیزات	85
86	تجهیزات	86	86	تجهیزات	86
87	تجهیزات	87	87	تجهیزات	87
88	تجهیزات	88	88	تجهیزات	88
89	تجهیزات	89	89	تجهیزات	89
90	تجهیزات	90	90	تجهیزات	90
91	تجهیزات	91	91	تجهیزات	91
92	تجهیزات	92	92	تجهیزات	92
93	تجهیزات	93	93	تجهیزات	93
94	تجهیزات	94	94	تجهیزات	94
95	تجهیزات	95	95	تجهیزات	95
96	تجهیزات	96	96	تجهیزات	96
97	تجهیزات	97	97	تجهیزات	97
98	تجهیزات	98	98	تجهیزات	98
99	تجهیزات	99	99	تجهیزات	99
100	تجهیزات	100	100	تجهیزات	100

شیمی حریق  
سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران

جدول شماره ۱۱۱: ترکیب مواد تشکیل دهنده

ترکیب شماره	ترکیب نام	ترکیب شماره	ترکیب نام
۱۰۱۰	CaCl <sub>2</sub> CaCl	۱۰۱۶	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B
۱۰۱۱	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B	۱۰۱۷	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B
۱۰۱۲	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B	۱۰۱۸	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B
۱۰۱۳	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B	۱۰۱۹	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B
۱۰۱۴	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B	۱۰۲۰	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B
۱۰۲۱	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B	۱۰۲۱	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B
۱۰۲۲	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B	۱۰۲۲	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B
۱۰۲۳	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B	۱۰۲۳	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B
۱۰۲۴	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B	۱۰۲۴	CaCl <sub>2</sub> CaCl-B

جدول شماره ۱۱۲: ترکیب مواد تشکیل دهنده (کلیه ترکیبها بر اساس)

H	C	N	O	F	Br	P	S	Cl	Ca	Na	I
۱۰۱	۳۰	۳۳	۱۱۰	۳۳۳	۳۰	۳۳	۳۳	۱۰۱	۳۳	۳۳	۳۳
	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
		۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
			۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
				۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
					۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
						۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
							۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
								۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
									۳۳	۳۳	۳۳
										۳۳	۳۳
											۳۳

۱۰۱: ترکیب مواد تشکیل دهنده (کلیه ترکیبها بر اساس)  
 CaCl<sub>2</sub> CaCl-B (کلیه ترکیبها بر اساس)  
 CaCl<sub>2</sub> CaCl-B (کلیه ترکیبها بر اساس)