



## فصل اول

### مقدمه

نخستین و مهمترین موضوع در آزمایشگاه، ایمنی و حفظ سلامت است. می‌دانیم که همه‌ی مواد شیمیایی سمی و مضر هستند و تنها مقدار مصرف آنها با هم تفاوت دارد (با این تعریف، آب نیز یک سم است اگر زیاد مصرف شود). در هنگام انجام آزمایش، ضمن توجه به این نکته، باید از خطرهای احتمالی بسیاری آگاهی داشت که امنیت و سلامتی ما را تهدید می‌کند. بنابراین نخستین درس در آموزش آزمایشگاه شیمی، آشنا نمودن فراگیر با اصول ایمنی و مقررات کار در آزمایشگاه است.

قوانین و مقررات ایمنی در آزمایشگاه به آن معنی نیست که از آزادی عمل دانشجویان بکاهد، بلکه بر عکس سبب می‌شود که از خطرات جانی و مالی آنان نیز جلوگیری بعمل آید. این خطرات بویژه متوجه کسانی است که تازه کار بوده و آزمایشهای شیمی را بدون در نظر گرفتن جوانب آن انجام می‌دهند و هیچگونه احتیاطی بر شیمی ندارند، معمولترین خطرات در یک آزمایشگاه شیمی عبارتند از:

آتشسوزی و انفجار

مواد شیمیایی و ظروف شیشه‌ای

### ۱-۱- ضرورت رعایت ایمنی در آزمایشگاه

در یک آزمایشگاه ایمن و استاندارد و در صورت رعایت موارد ایمنی، حوادث یا جراحات به ندرت اتفاق می افتند. خطرات دیگری که در آزمایشگاه وجود دارد، وضعیت های غیر قابل پیش بینی است که همواره در آزمایشگاه و در طول آزمایش به وجود می آیند که با هوشیاری و دقت در آزمایشگاه شیمی، می توان این خطرات را نیز تا حد مطلوبی کاهش داد.

در هنگام ورود به آزمایشگاه، باید از خطرات مواد شیمیایی و خطرهای ممکن در آزمایش ها اطلاعات کافی داشت. بهترین راه برای جلوگیری از حوادث، آشنایی با خطرات ممکن در آزمایشگاه است. هر آزمایشی، بدون توجه به این که چند بار در گذشته انجام شده است، می تواند خطرات زیادی را به همراه داشته باشد. نکته ای که همواره باید به آن توجه داشت آن است که باید تمام مواد شیمیایی در آزمایشگاه را بسیار خطرناک و سمی قلمداد کرد مگر آن که از بی خطر بودن ماده اطمینان کامل داشته و این نکته بدان معنی است که رعایت نکات ایمنی در مواجهه با مواد شیمیایی الزامی است.

### ۱-۲- ایمنی در آزمایشگاه

عوامل مهم جلوگیری از صدمات آزمایشگاهی شامل، طراحی مناسب ساختمان آزمایشگاه، استفاده از وسائل و دستگاههای آزمایشی مطمئن، آموزش هدفدار، نظارت کامل و مداوم بر روی افراد جهت آشنایی عمومی کارکنان در مورد پیش آمدهای ناگوار و خطرات و اصول جلوگیری از تصادفات و حفاظت افراد است. کارکنان باید به رعایت اصول ایمنی و حفاظت موظف گردند، هیچ عملی برخلاف اصول ایمنی نباید انجام شود و مسئولین موظفند راه درست و ایمنی کار را به آنان نشان دهند. در دستورالعملهایی که برای کارکنان تنظیم می شود، بهترین روش برای ایمنی از خطرات ارائه می شود. مثلاً طرز عمل برای تمیز کردن محلول های اسیدی و قلیایی ریخته شده در آزمایشگاه را می توان نام برد.

باید دستورالعمل‌های کافی آماده و نمایش قواعد ایمنی عملی گردد و نیز بازرسی ویژه دستگاه‌های عمومی و هر یک از وسائل ایمنی مانند هواکش، وسایل آتش‌نشانی، کمک‌های اولیه، دستگاه‌های تنفسی، عینک‌های محافظ چشم، دستکش‌ها و لباس‌های حفاظت انجام پذیرد. توجه مخصوص در مورد نظافت، آراستگی، انبار کردن مواد شیمیائی، حمل و نقل مواد، نصب وسایل الکتریکی، نصب دستگاه‌های آزمایشی، ممانعت از آتش‌گیری و وسائل اطفاء حریق، جابجایی گازهای سمی و مواد شیمیائی باید انجام گیرد. هر آزمایشگر باید مسئول و مواظب دستگاهی باشد که با آن کار می‌کند ولی مسئولیت کلی که تحت آئین نامه کارخانجات مربوطه است که در سال‌های ۱۹۳۷ و ۱۹۴۸ میلادی (۱۳۱۶ و ۱۳۲۷ ش) این آئین‌نامه مربوط به انگلستان یا آمریکا یا سازمان جهانی که جهت بازرسی مرتب دستگاه‌ها تصویب گردیده و اجرای آن به عهده شخص رئیس آزمایشگاه می‌باشد.

#### ۱-۲-۱- مسئولیت‌های رئیس آزمایشگاه

##### ۱-۱-۲-۱- تعیین مسئول ایمنی

مسئول فنی موظف است در آزمایشگاه فرد مشخصی که آگاه به امور فنی باشد، به عنوان مسئول ایمنی (Safety officer) انتخاب و معرفی نموده و وظایف و حدود اختیارات او را مکتوب و ابلاغ نماید. مسئول کلیه امور مربوط به ایمنی آزمایشگاه مسئول ایمنی آزمایشگاه می‌باشد.

##### ۱-۲-۱-۲- انبار کردن مواد و وسایل

برای وسایل شیشه‌ای و مواد شیمیایی باید انبارهای مناسب تهیه شود. لوله‌های شیشه‌ای باید در قفسه‌های مخصوص قرار گیرند. دستگاه‌های شکننده باید طوری نگهداری شوند که از خطر شکسته شدن در امان باشند. انبار مواد شیمیائی باید بخوبی تهویه گردد و به سهولت به هوای آزاد ارتباط پیدا کند. مواد شیمیائی

واکنش دهنده با یکدیگر باید در محل‌های جدا از هم نگهداری شوند. مواد شیمیایی فرار باید در سردخانه و دور از گرما نگهداری شوند و از نور مستقیم خورشید محفوظ باشند. اسیدهای قوی و آمونیاک در اتاقهای جداگانه با تهویه کامل قرار گیرند. مواد قابل اشتعال ترجیحاً باید در خارج آزمایشگاه در اتاقی مجهز به دستگاه دوش آب خودکار و وسائل برقی ایمنی ضد شعله نگهداری شوند.

#### ۱-۲-۱-۳- دستورات و مقررات

هر یک از کارکنان باید در اثر آموزش‌های کافی و تمرین‌های تکرار شده همواره فکر ایمنی را مدنظر داشته باشند. اصل بر این است که هر تازه وارد باید در تمرین ایمنی آموزش ببیند. این آزمایش باید قبل از کار رسمی در آزمایشگاه انجام شود. این اصل جهت دستیارانی که از یک محل به محل کاری جدید منتقل می‌شوند نیز قابل اجرا می‌باشد هر حادثه به ما می‌آموزد که در اثر وقوع آن ما چگونه کار بی‌خطر انجام دهیم.

#### ۱-۲-۱-۴- مستندسازی و تأمین الزامات آزمایشگاه

دستورالعمل‌های زیر باید مکتوب شود و بعنوان بخشی از مستندات الزامی آزمایشگاه، هر زمان قابل ارائه به بازرسین یا ممیزان باشد:

۱- دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان و ایمنی در محیط آزمایشگاه

۲- دستورالعمل نحوه شستشوی لوازم شیشه‌ای و نظافت محیط و سطوح کار

دستورالعمل مکتوب شده در خصوص شستشو و ضدعفونی کردن در آزمایشگاه باید توسط مسئول ایمنی بهداشت به کارکنان مسئول شستشو و نظافت آموزش داده شده و بر رعایت آن نظارت گردد.

۳- دستورالعمل دفع پسماند‌های آزمایشگاهی

به منظور حفظ سلامت افراد و جلوگیری از اثرات زیان آور پسماندهای آزمایشگاهی، باید دستورالعمل ویژه ای در مورد مدیریت پسماند آزمایشگاهی مکتوب شده و جزو مستندات آزمایشگاه قابل ارئه باشد. مدیریت ایمن و صحیح پسماند هادر مراحل جداسازی، بی خطر سازی، جمع آوری، بسته بندی، حمل و نقل و دفع پسماند می بایست اعمال گردد.

پسماندهایی که در آزمایشگاه تولید می شوند شامل موارد زیر می باشند:

پسماندهای عادی و غیر آلوده

پسماندهای تیز و برنده مانند شیشه های شکسته

پسماندهای شیمیایی شامل انواع مواد و معرفهای آزمایشگاهی

پسماندهای پرتوزا

۴- دستورالعمل نحوه حمل و نقل ایمن مواد شیمیایی و وسایل شیشه ای و انبار نمودن آنها

۵- ثبت، گزارش و پیگیری حوادث مخاطره آمیز نظیر ریختن و پاشیدن مواد شیمیایی، مواد آلوده و نگهداری سوابق مربوطه.

۶- مسئول ایمنی باید از انتخاب ماده ضد عفونی کننده مناسب و کیفیت مواد فوق (از طریق آزمایش در آزمایشگاه و یا خرید آن از تامین کنندگان مورد تایید) اطمینان حاصل نماید.

۷- باید همیشه صابون مایع و مواد ضد عفونی کننده مناسب در آزمایشگاه موجود بوده و در دسترس کارکنان قرار گیرد.

۱-۲-۱-۵- آموزش فنی

طرز کار درست در آزمایشگاه اهمیت زیادی دارد. لذا باید از حداکثر وسایل و مواد ایمنی استفاده نمود. باید به حد کافی وسایل اطفاء حریق در آزمایشگاه موجود باشد و تمام آزمایشگاهها باید نور کافی داشته و

مجهاز به وسایل تهویه باشند. ظروف حاوی مواد زاید باید هر روز در جای مخصوص و مطمئن تخلیه گردد. مواد شیمیائی پخش شده در سطح آزمایشگاه فوراً باید تمیز و برطرف گردد. مسئولیت آموزش کارکنان در خصوص ملاحظات ایمنی و مفاد مندرج در دستورالعمل های مرتبط با حفاظت و ایمنی، تحت نظارت مسئول فنی آزمایشگاه، به عهده مسئول ایمنی آزمایشگاه می باشد. ارزیابی اثربخش بودن آموزش ها و رعایت الزامات آموزش داده شده نیز باید مدنظر قرار گیرد. سوابق مربوط به آموزش های انجام شده باید حفظ گردد.

#### ۱-۲-۱-۶- راهنمایی دستیاران آزمایشگاه

در یک ساختمان تنوع کاری بیش از همه در آزمایشگاه وجود دارد. عملیاتی که نتایج جزئی و کلی آن معلوم نباشد، ممکن است خطرات جزئی از قبیل آتش سوزی کوچک و انفجار جزئی به دفعات اتفاق افتد. بنابراین برنامه های حفاظتی جزء اصول کلی است که باید رعایت شود.

#### ۱-۲-۱-۷- ملاحظات مربوط به ایمنی کارکنان و محیط آزمایشگاه

ملاحظات مربوط به ایمنی محیط و فضای آزمایشگاه (مندرج در اصول طراحی فضای آزمایشگاه) می بایست بطور کامل رعایت گردد.

#### ۱-۲-۲- اقدامات کلی احتیاطی

اصل مهم دارا بودن انضباط و نظافت محیط کار است، نظافت وسایل شیشه ای دستگاه های آزمایشی و میز کار آزمایشگاه جزء اصول کار است. در عملیات معمولی احتیاطات ایمنی کاملی را می توان ابداع نمود. باید قبل از اجرای هر عمل متوجه عکس العمل و خطرات ناشی از آن بود. مثلاً وقتی با مقدار زیادی از مواد شیمیایی کار می کنند باید از حرارت دادن شدید جلوگیری کنند و ماده افزونی باید به مرور وارد محیط شود. آبی که در حمام روغن داغ نشت می کند تولید حادثه جدی می کند و سبب جهش روغن داغ می شود.

### ۱-۲-۲-۱- نمونه ای از احتیاطات ایمنی

در آزمایشگاه‌ها معمولاً با جابجائی وسایل شیشه‌ای و در اثر شکسته شدن آنها جراحات و بریدگی ایجاد می‌شود.

آشنایی قبلی با خطرات گاز و برق در حین انجام کار جزء اصول است. تمام وسایل برقی قبلاً باید امتحان شوند و در سوار کردن آنها ایمنی رعایت گردد. برای اینکار باید از افراد متخصص استفاده شود. باید تعمیرات و عملیات تکمیلی آنها طبق قوانین ایمنی انجام شود جابجائی وسایل کم فشار و پرفشار باید در شرایط ایمنی صورت گیرد.

تنها دستگاه‌ها، موجب خطر نیستند بلکه نقل و انتقال آنها و بعضی از مواد شیمیائی ممکن است به سلامتی اشخاص صدمه بزنند برای جلوگیری از صدمات باید احتیاط مخصوص را در نظر گرفت. بهتر است فرض نمود تمام مواد خطر آفرین و سمّی هستند و احتیاطات لازم را روی آنها به اجرا درآورد.

### ۱-۲-۳- اصول ایمنی کار در آزمایشگاه

اصول زیر برای ایجاد نظم بیشتر و بالا بردن اطلاعات فنی و ایمنی مربیان و کارآموزان تدوین شده است. رعایت کامل آنها آزمایشگاه را به یک مکان مناسب جهت کار عملی و درک بهتر مفاهیم شیمی تبدیل خواهد کرد. توصیه می‌شود که:

۱- قبل از ورود به آزمایشگاه طرز انجام آزمایش و پیش بینی‌های ایمنی مربوط به آن را به دقت بخوانند و در صورت لزوم نکات مهم آن را یادداشت کرده تا از اتلاف وقت در آزمایشگاه جلوگیری شده و سلامتی خود و دیگران را در معرض خطر قرار ندهند.

۲- به هنگام انجام هر آزمایشی، حتماً باید از عینک ایمنی، روپوش سفید آزمایشگاهی، دستکش و.. استفاده نمایند. باید وسایل حفاظت فردی اولیه مانند دستکش، ماسک، و وسایل کمکی جهت برداشت مایعات توسط

۳- سایر وسایل حفاظت فردی، تجهیزاتی مانند دوش اضطراری و دستگاه چشم شوی باید در آزمایشگاه وجود داشته و در موارد ضروری در دسترس کارکنان باشد.

۳- ممانعت از تماس مواد شیمیایی با پوست و چشم

۴- پرهیز از خوردن و آشامیدن در داخل محیط های آزمایشگاهی

۵- برای جلوگیری از آتش سوزی، از روشن گذاشتن شعله آزمایشگاه بدون حضور محقق حتی برای مدت زمان کوتاه خودداری شود.

۶- با خواص مواد شیمیایی و واکنش هایی که در طی آزمایش انجام می دهند آشنایی کافی داشته باشند.

۷- در مواقعی که حتی احتمال کمی وجود دارد که آزمایش باعث آتش سوزی یا انفجار شود، آزمایش را در محلی انجام دهند که سریعاً بتوان آتش را مهار کرده و یا انفجار را کنترل نمود.

۸- محل وسایل اطفاء حریق به آسانی قابل دسترسی باشند و این مکان ها را به افرادی که در آزمایشگاه کار می کنند نشان دهند.

۹- از چشیدن مواد شیمیایی جداً خودداری کرده و این مطلب را به دیگران نیز گوشزد کنند.

۱۰- آزمایش را طوری انجام ندهید که عضوی از اعضای بدن در آن دخالت داشته باشد. مثل گذاشتن یخ خشک در دهان و یا گذاشتن دست در نیتروژن مایع.

۱۱- به هنگام کار با لوله های آزمایش، باید آنها را طوری در دست گرفت که مایعات خارج شده از آن بر روی کسی نریزد.



۱۲- به هنگام تشخیص مواد جامد، مایع و یا گازی شکل از طریق استشمام، مقداری از بخار یا گاز متصاعد شده را با دست به طرف بینی هدایت کنند. هیچ وقت نباید محتوای ظرف مواد شیمیایی را بطور مستقیم استشمام کرد.

۱۳- به هنگام استفاده از مواد شیمیایی به علائم هشدار دهنده روی ظرف دقت نمایید.

۱۴- در نقاطی که لازم است اخطارهای لازم را نصب کنید و در مواقع غیر ضروری نیز آنها را بردارید.

۱۵- قبل از ترک آزمایشگاه، از بسته بودن شیر گاز و آب و کلیدهای برق مطمئن شوید.

۱۶- موادی را که بایستی دور بریزید، ابتدا در جای امن ذخیره کرده و سپس طبق دستورهای داده شده آنها را دور بریزید.

۱۷- منظم و مرتب بودن در هر شرایطی بسیار مهم است. بعد از اتمام آزمایش وسایل را جمع آوری کرده و با تمیز کردن مکان و لوازم آزمایش، دست‌های خود را با آب و صابون بشویید.

۱۸- جلوگیری از تماس پوست و چشم‌ها با تابش نور UV به هنگام کار با دستگاههایی که دارای منبع نوری UV می‌باشند.

## فصل دوم

### ایمنی فردی

#### ۱-۲- تجهیزات ایمنی فردی (PPE)

تجهیزات ایمنی فردی لازم، باید قبل از کارکردن با مواد خطرناک زیستی پوشیده شود و بلافاصله بعد از اتمام کار خارج گردد و در صورتیکه هر کدام از تجهیزات فردی در حین کار به ماده خطرناک زیستی آلوده شد، باید بلافاصله آن را تعویض کرد.

#### ۱-۱-۲- طبقه بندی وسایل حفاظت فردی

الف- وسایل حفاظت از صورت و چشم‌ها، شامل عینک‌ها، شیلدهای صورت، هودها و غیره.

ب- وسایل حفاظت از دستها و پاها شامل دستکش‌ها، کفش‌های ایمنی، و غیره

ج- لباس کار مناسب در آزمایشگاه

د- ماسک‌ها و همراه داشتن برخی وسایل ضروری آزمایشگاه از قبیل پیت‌های با سرپوش لاستیکی

(پوار)

ه- سایر تجهیزات ایمنی در آزمایشگاه



## ۲-۱-۱-الف- عینک ایمنی

بعلت خطر پاشیدن مایعات و مواد شیمیایی به چشم همواره وجود دارد بنابراین استفاده از عینک ایمنی در هر شرایطی الزامی است. عینک های ایمنی از پاشیده شدن مایعات به چشم جلوگیری می کنند، اما چشمان را از بخارات محافظت نمی کند. استفاده از لنزهای چشمی در آزمایشگاه مجاز نیست زیرا بخار بعضی مواد شیمیایی باعث جذب رطوبت موجود در چشم می شود، در نتیجه برای برداشتن لنزها مجبور به عمل جراحی خواهید شد. برخی نکات ضروری درباره ضرورت استفاده از عینک عبارتند از:

۱- در کلیه مشاغلی که به هر ترتیب و هر نوع امکان پرتاب مایعات، ذرات و هر گونه اجسام خارجی به چشم وجود دارد استفاده از عینک ایمنی مناسب الزامی است.

۲- غالباً شیشه عینک های حفاظتی از نوع سخت و نشکن و یا از مواد پلاستیکی غیر مقاوم، شفاف و پشت نما ساخته می شود و در مقابل ضربات شدید مقاومتی ندارند به همین علت افرادی که از این عینک ها استفاده می کنند باید هنگام کار با عینک از حفاظ شیشه ایی که همان نمره عینک را دارد استفاده نمایند. یا عبارتی دیگر افرادی که از چشم ضعیف بوده و محتاج به داشتن عینک های نمره ای هستند باید از عینک های حفاظتی به شرح زیر استفاده نمایند:

الف- عینک های حفاظتی که روی عینک های نمره ای قرار می گیرند به شرط آنکه هیچگونه تغییری در وضع استقرار عینک اصلی ایجاد نشود.

ج - عینک های حفاظتی که شیشه نمره ای آن زیر شیشه حفاظتی قرار دارد.

۳- بغیر از شیشه های نمره ای، سطح داخلی و خارجی شیشه های حفاظتی باید موازی بوده و هیچگونه خمیدگی نداشته باشد.

۴- عینک‌های حفاظتی باید از هر دو طرف دارای حفاظ چوبی، سیمی یا پلاستیکی باشند تا مانع از اصابت ذرات به چشم شوند.

۵- اصولاً لنزهای پلاستیکی در مقابل ضربه مقاومتر از شیشه‌های سخت هستند ولی زودتر کدر می‌شوند. در مقابل می‌توان از این لنزها در مقابل ترشحات مواد اسیدی، قلیایی و حلالها استفاده نمود.

۶- برخورد ذرات به چشم بسیار خطرناک می‌باشد. در این مورد، عینک‌ها باید دارای حفاظت جانبی باشند و در مشاغلی که ذرات پرتابی در هوا نسبتاً درشت هستند عینک‌های فنجان‌ی به لنز مقاوم توصیه می‌شوند.

۷- در برابر فیوم‌ها باید از عینک‌های ضد گاز با لنز مقاوم در برابر ضربه یا ماسک‌های لاستیکی مجهز به سیستم تهویه استفاده نمود. در صورتی که غلظت مواد بسیار زیاد باشد بایستی از عینک فنجان‌ی به همراه شیلد صورت استفاده شود.

۸- شیشه یا هر گونه ماده پلاستیکی شفاف که برای عینک‌های ایمنی ساخته می‌شوند باید در مقابل عوامل خارجی مقاوم بوده، عاری از حباب هوا، ترک و موج باشند.

۹- عرض شیشه عینک‌های ایمنی بایستی ۴۴/۵ میلیمتر و طول آنها ۳۸ میلیمتر باشد.

۱۰- قطر دایره شیشه عینک‌های مدور باید حداقل ۵۰ میلیمتر باشد.

۱۱- شیشه منحصراً جهت حفاظت در مقابل خطر پرتاب ذرات استفاده می‌شوند حداقل باید قدرت عبور ۸۰ درصد نور سطح کار را داشته باشند.

۱۲- عینک حفاظتی برای کار با مواد خورنده از قبیل اسیدها و قلیاها باید در اطراف داخل زه مجهز به جنسی نرم و نسوز و قابل انعطاف (مانند عینک اسکی) باشند تا عینک کاملاً در اطراف چشم به صورت چسبیده و مانع نفوذ ترشح مایعات مذکور از منافذ تهویه به داخل چشم گردد.

۱- در حفاظت از دستهدار برابر حلالها، مواد قلیایی و اسیدی، استفاده از دستکشهای از جنس مصنوعی (نئوپان)

توصیه می‌شود ولی همین دستکش‌ها در برابر هیدروکربن‌های حلقوی، هالوژن‌ها نامناسب هستند و بهتر است به جای آنها از دستکش‌های پلی وینیل کلراید (PVC) استفاده شود.

۲- افرادی که با مواد خورنده از قبیل اسیدها و قلیاها سر و کار دارند باید از دستکش‌های ساخته شده از لاستیک طبیعی یا مصنوعی یا پلاستیکی نازک و نرم استفاده نمایند. درجه مقاومت این نوع دستکشها در مقابل این مواد بنا به تشخیص وزارت کار خواهند بود.

۳- دستکش‌های لاستیکی بایستی حتماً دارای آستر جهت جلوگیری از حساسیت‌های پوستی باشند.

۴- در مورد تشعشعات رادیو اکتیویته، دستکش مورد نیاز بایستی حتماً سربی باشد.

دستکشهای سربی به منظور حفاظت در مقابل اشعه مجهول باید دستها را کاملاً محفوظ داشته و حداقل تا نصف بازوها را پوشانده و قدرت حفاظتی این قبیل دستکشها لااقل برابر با قدرت حفاظتی ورق سربی با ضخامت

۰/۵۵ میلیمتر باشد. با در نظر گرفتن وزن سنگین سرب دستکشهای سربی باید طوری انتخاب شود که سبک و نرم بوده و کاملاً حفاظت دستها را تامین نماید

۵- دستکشهای افرادی که فلزات داغ حمل می‌کنند باید از پنبه نسوز یا جنس مخصوص مشابه دیگری که در مقابل گرما مقاومت داشته و عایق حرارت باشند ساخته شوند.

۶- افرادی که با برق سر و کار دارند باید از دستکشهای لاستیکی یا جنس مخصوص مشابه دیگری که عایق الکتریسیته بوده و مقاومت الکتریکی آن متناسب با ولتاژ مربوطه بنا به تشخیص وزارت کار باشد.

۱- پوشیدن کفش های جلوباز (همانند صندل یا دمپایی) و پوشیدن کفش پاشنه بلند در محیط آزمایشگاه غیر مجاز است زیرا در صورت ریختن مواد شیمیایی روی پا، پوست پا صدمه خواهد دید.

۲- به دلیل اینکه انگشتان پا آسیب پذیرترین عضو بدن در مقابل جراحات ناشی از ضربات می باشند، استفاده از کفش های کف مسلح و ضد سوراخ شدن در آزمایشگاه ها الزامی است.

۳- افرادی که با مواد خورنده از قبیل اسیدها و مواد قلیایی کار می کنند باید از کفش هایی استفاده نمایند که از لاستیک و یا از چرمی که به منظور این قبیل کارها عمل آمده و یا از چوب و یا از سایر مواد مخصوصی که در مقابل مواد خورنده فوق مقاوم هستند ساخته شده باشند.

۴- کفش افرادی که با فلزات و یا مواد داغ یا خورنده کار می کنند باید:

الف - کاملاً به پا و قوزک پا چسبیده باشند بطریقی که مواد مذکور فوق به داخل کفش نفوذ ننماید.

ب - این قبیل کفش ها باید فاقد سوراخ های بند کفش بوده تا مواد مذکور به داخل کفش نفوذ ننماید.

## ۲-۱-۱-ج- لباس کار آزمایشگاه

۱- افرادی که در محیط های آلوده به مواد سمی و فابل انفجار و اشتعال کار می کنند نباید لباس های جیب دار و یا لبه دار در برداشته باشند. چون ممکن است گرد و غبار مواد مزبور در لبه لباس باقی بمانند.

۲- جنس پارچه با توجه به شرایط کار و لزوم حفظ ظاهر لباس کار از نظر مقاومت در مقابل چروکیدگی و عدم به تولید الکریسیته ساکن از مخلوط حدود ۷۰ درصد پنبه و ۳۰ درصد پلی استر و با وزن ۳۲۰ تا ۴۲۰ گرم به هر متر مربع در نظر گرفته شود.

۳- به منظور استحکام بیشتر از پارچه با بافت کج راه یا تاکم بالا استفاده شود.

۴- برای جلوگیری از آلودگی پوست و لباس بیرون باید حتماً روپوش آستین بلند یا گان پوشیده شود.

۵- در صورتیکه احتمال ترشح یا پاشیدن ترشحات روی لباس وجود دارد، باید از روپوش یا پیش بندی که دارای لایه نفوذناپذیر هست استفاده کرد.

۶- هرگز لباس هایی را که آویزان و گشاد (مانند لباس های آستین گشاد) هستند در آزمایشگاه به تن نکنید، زیرا ممکن است هنگامی که شما در حال کار با چراغ بونزن هستید آتش گرفته و باعث سوختگی گردند.

۷- در صورت امکان از به دست کردن ساعت، جواهرات و انگشتر در محیط آزمایشگاه خودداری شود، زیرا ممکن است با جذب بخارات شیمیایی، موجب بروز خارش و التهاب پوست زیر خود گردند.

#### ۲-۱-۱-د - ماسکها

۱- استفاده از ماسک در صورتیکه سیستم های کنترلی مهندسی مانند هودهای ایمنی زیستی (BSC) در دسترس نباشند، یا مواقعی که باید بطور همزمان به همراه هود ایمنی زیستی (BSC) استفاده شود برای محافظت سیستم تنفسی از ورود آئروسول لازم است.

۲- ماسک باید در صورت امکان قبل از استفاده ضد عفونی شود. کنترل شود که از نظر اندازه مناسب صورت باشد و نوع ماسک برای آزمایش مورد نظر مناسب باشد و آموزش طریقه استفاده صحیح از آن داده شده باشد.

#### ۲-۱-۱-ه - سایر تجهیزات ایمنی در آزمایشگاه

تهیه ی تمام وسایل و مواد ایمنی همانند کپسول آتش نشانی، محلول های شست و شوی چشمی، دوش اضطراری، پتوی مخصوص خاموش کردن آتش و ... برای یک آزمایشگاه استاندارد ضروری است. در ضمن آزمایش گر باید همواره محل وسایل ایمنی و طرز کار با آن ها را در خاطر داشته باشید. استفاده از روکش های مخصوص کفش نیز در صورتیکه احتمال پاشیدن و ترشح مقادیر زیادی از مواد خطرناک زیستی

وجود دارد، پوشیدن روکش محافظ یکبار مصرف روی کفش، به جلوگیری از سرایت و انتشار عوامل خطرساز کمک می کند.



۲-۲- نکات ایمنی فردی که در کلیه آزمایشگاه ها باید رعایت شود:

۱- از انجام شوخی های بی مورد اجتناب کنید.

۲- قبل از انجام هر آزمایش باید موضوع و هدف آنرا دقیقاً مورد مطالعه قرار داد.



۳- قبل از شروع هر آزمایش باید وسایل مورد نیاز را آماده کرد.

۴- بوئیدن محلولهای شیمیایی کار بسیار خطرناکی است مخصوصاً اگر ماده مورد نظر مجهول باشد.

۵- پس از خاتمه هر آزمایش کمی صبر کنید تا چنانچه ابزار و وسایل کار شما در اثر حرارت گرم شده اند بتدریج سرد شوند در صورتیکه دستگاه با منبع آب یا برق ارتباط دارند. ارتباط آنرا با منبع اصلی قطع کنید.

۲-۲-۱- در آزمایشگاه چه نکات مهمی را باید رعایت کنیم؟

۱- شیلنگ های آب و گاز را هرگز بدون بست استفاده نکنیم.

۲- هرگز از وسایل معیوب و شکسته استفاده نکنیم. استفاده از این وسایل می تواند منجر به بروز خطرات جدی شود.

۳- هرگز آزمایش در حال اجرا را بدون مراقبت رها نکنیم. در صورت نیاز اجباری به ترک محل یا در مورد آزمایشهای نیازمند به زمان طولانی، حتما توضیحاتی شامل نام آزمایش، نام آزمایشگر، تلفن تماس، مواد در حال واکنش و احتیاطات لازم را در محل آزمایش در دسترس قرار دهیم.

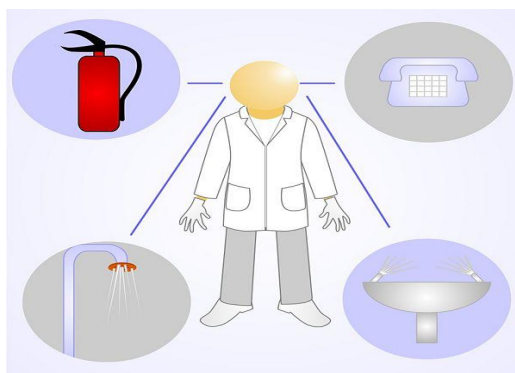
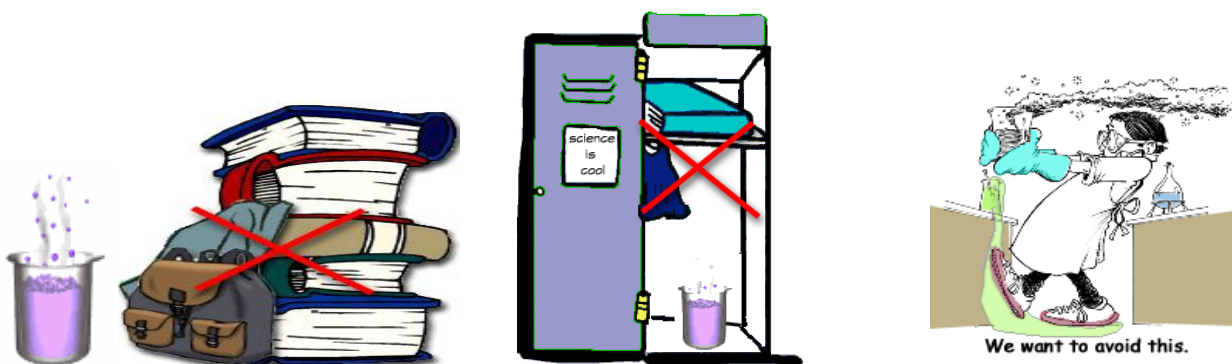


- ۴- هرگز ظروف حاوی مواد و محلول ها را بدون درپوش محکم نگهداری نکنیم تا ضمن جلوگیری از آلودگی هوای آزمایشگاه، از آلودگی نمونه ها با مواد خارجی جلوگیری شود.
- ۵- مواد مورد استفاده را فقط به میزان مصرف در روی میزها نگهداری و بقیه را در محل مناسب انبار نماییم.
- ۶- خطرات موجود در آزمایشگاه را شناسایی نماییم و روشهای مناسب مقابله با آنها را بیاموزیم.
- ۷- محل کپسول های آتش نشانی را شناسایی و روش استفاده از آنها را بیاموزیم.
- ۸- قبل از کار با مواد شیمیایی، ابتدا با خواص آنها آشنا شده، خطرات آنها را شناسایی نموده و روش مقابله با این خطرات را فرا گیریم.
- ۹- با علائم و هشدارهای ایمنی آشنا شویم.
- ۱۰- مسیرهای تردد در آزمایشگاه را خالی از اشیای مزاحم نگهداریم.
- ۱۱- روی میزها را خالی از تجهیزات و مواد غیر لازم نگهداریم.
- ۱۲- وسایل روی میزها را بطور مناسب و بی خطر قرار دهیم.
- ۱۳- حتما به هرگونه ظرف حاوی مواد و محلولها برچسب مناسب را الصاق نماییم.
- ۱۴- از هرگونه خوردن و آشامیدن در محیط آزمایشگاه پرهیز کنید. محیط آزمایشگاه آلوده به مواد سمی و خطرناک است.
- ۱۵- هنگام شستشوی ظروف و وسایل شیشه ای، ابتدا شیر آب را باز نموده و منتظر یکنواخت شدن جریان آب و ثابت شدن فشار آن شوید و سپس وسایل مورد شستشو را در مسیر جریان آب قرار دهید تا از رها شدن وسایل از دست (در اثر فشار ناگهانی آب) و شکستن آنها جلوگیری شود.

۱۶- حتی الامکان در ساعات خلوتروز آزمایش نکنیم تا بتوانیم در صورت نیاز از کمک سایر افراد استفاده نماییم.

۱۷- مواد و محلولهای خطرناک و آلاینده محیط زیست را در فاضلاب یا سطل زباله خالی نکنیم. این مواد و محلول ها باید جمع آوری و بطریق مقتضی دفع گردند.

۱۸- خوردن، آشامیدن، استفاده از لوازم آرایشی و جواهرات اعم از انگشتر و ساعت و ... و بکار بردن لنزهای تماسی چشم در محیط آزمایشگاهی که با مواد خطرناک زیستی کار می شود ممنوع است. نگهداری مواد خوراکی و آشامیدنی در یخچالی که مواد شیمیایی در آن وجود دارد ممنوع است و برای مواد غذایی باید از یخچالی فقط به همین منظور استفاده کرد.



## ۲-۳- نکاتی ایمنی فردی که در حین انجام آزمایش باید به آنها توجه داشت:

- ۱- در حین انجام آزمایش برای مشاهده واکنش صورت خود را مستقیم بالای ظرف یا دستگاه قرار ندهید.
- ۲- هنگام گرم کردن ظرف یا لوله آزمایش دهانه آنرا سمت خود یا دیگری نگیرید.
- ۳- رعایت دقت و احتیاط در کار با وسایل و مواد شیمیایی از نکات بسیار ضروری است. سعی کنید دست شما به مواد شیمیایی آلوده نشود. برای برداشتن از محلولهای شیمیایی از پیپت های با سرپوش لاستیکی (پوار) استفاده کنید.
- ۴- موادی نظیر اسیدها، فلزات فعال مثل سدیم، گازها و مواد سمی را در صورت لزوم به اندازه مورد نیاز و با کمال احتیاط مصرف کنید.
- ۵- قبل از برداشتن ظرف محتوی ماده شیمیایی برچسب مشخصات و تاریخ تهیه آنرا بخوانید و همیشه مقدار ماده را متناسب با مصرف انتخاب کنید.
- ۶- هیچگاه مواد اضافی را به ظرف اصلی برنگردانید. پس از برداشتن ماده مورد احتیاج ظرف را در جای خود قرار دهید.
- ۷- پس از اتمام هر آزمایش لوازم مورد استفاده را تمیز بشوئید و هر یک را در جای مخصوص خود قرار دهید.

## فصل سوم

### ایمنی مواد شیمیایی

#### ۳-۱- رعایت ایمنی فردی در کار با مواد شیمیایی

اکثر مواد شیمیایی سمی هستند، اما نوع و درجه سمی بودن آن‌ها متفاوت است. بنابراین نباید بدون‌آگاهی از میزان سمی بودن از آنها استفاده کرد. جهت رعایت احتیاط به هنگام کار با مواد شیمیایی، مضر بودن آنها بوسیله علائم ویژه بین‌المللی بر روی برچسب آنها نشان داده شده است. بعضی از مواد سرطان‌زا هستند و باید از تماس آنها با پوست بدن، چشم و زخمها جلوگیری کرد. نکات ایمنی که باید رعایت شود:

۱- هر ماده شیمیایی باید سمی تلقی شود، مگر این که معلوم شود که سمی نیست.

۳- قبل از استفاده از مواد شیمیایی، برچسب روی آنها را بدقت بخوانید.

۴- برای بو کردن هر ماده شیمیایی، با تکان دادن دست، بخار آن را بسوی بینی خود برانید.

۵- از روشن کردن چراغ الکلی در مجاورت مواد نفتی، بنزن، حلال‌های آزمایشگاهی و سایر مواد آتش‌گیر خودداری کنید.

۶- در صورت ریزش هرگونه مواد شیمیایی یا آب، کف آزمایشگاه را بلافاصله تمیز کرده و با قراردادن علائم هشدار، دیگران را نسبت به خطرات بالقوه سرخوردن آگاه نمایید.

۷- در صورت استفاده از مواد پاک‌کننده دی‌کرومات یا اسید سولفوریک در آزمایشگاه، دقت کنید که پاک کردن فقط محدود به هود بخار باشد، در غیر این صورت کلریدهای سمی کلرومتیل از محلول کرومات/اسید سولفوریک آزاد می‌شوند.

۸- سعی شود از محلول های پاک کننده غیرکروماتی استفاده شود.

۹- کف آزمایشگاه را در همه اوقات خشک نگهدارید.

۱۰- در صورتی که آزمایشها ناتمام مانده باشند، یادداشتی حاوی نوع مواد شیمیایی مورد استفاده، نام و نام خانوادگی آزمایشگر و شماره تماس او در کنار دستگاههای مورد استفاده قرار داده شود.

### ۳-۲- پیشامدها و کمک‌های اولیه هنگام وقوع حادثه در کار با مواد شیمیایی

در این بخش به بررسی پیشامدهای احتمالی و طریقه جلوگیری و ارایه کمک‌های اولیه می‌پردازیم.

#### ۳-۲-۱- آسیب به چشم‌ها

اصول ایمنی : محافظت از چشم‌ها در آزمایشگاه از مهمترین مسایل ایمنی در آزمایشگاه است. چشم عضو بسیار حساسی است، بنابراین به محض ورود به آزمایشگاه باید از عینک ایمنی استفاده کرد، در غیر این صورت ممکن است موارد زیر به چشم آسیب برسانند:

۱- افتادن و یا فرو رفتن اجسام خارجی در چشم، مثل ذرات پرتاب شده از انفجار شیشه

امداد : در صورت امکان به آرامی جسم واردشده در قسمت سفیدی چشم را خارج کنید و اگر جسم فرو رفته باشد به آن دست نزنید و باید حداقل حرکت به جسم خارجی فرو رفته در چشم داده شود. پس هر دو چشم را با گذاشتن یک لیوان یکبار مصرف روی چشم آسیب دیده بسته و به بیمارستان تخصصی چشم پزشکی برسانید.

۲- تماس هر نوع ماده شیمیایی از طریق دست یا پرتاب بخار یا محلول آنها به بافت لطیف چشم‌ها که از مواد پروتئینی ساخته شده اند صدمه می زند.

امداد : در این صورت باید چشم‌ها را کاملاً با آب شستشو داد. چشم‌ها هنگام شستشو باز بوده و از بالای بینی به خارج عمل شستشو (۵ تا ۲۰ دقیقه) انجام گیرد و سپس برای مشورت به پزشک مراجعه شود.

۳- ورود مواد شیمیایی به چشم

امداد: با آب سرد، چشم را شستشو دهید. اگر ماده، اسیدی باشد، از محلول بی‌کربنات سدیم یک درصد و اگر ماده، قلیایی باشد از محلول بوریک اسید  $H_3BO_3$  یک درصد برای شستشو استفاده کنید

### ۳-۲-۲- سوختگی چشم

چشم یکی از مهم‌ترین اعضای بدن برای سلامتی است که سوختگی‌ها تهدیدی برای این عضو زیبا و نعمت الهی است. انواع سوختگی‌ها که می‌تواند چشم را مورد آزار قرار دهد، عبارتند از سوختگی به وسیله مواد شیمیایی، گرما و اشعه.

### ۳-۲-۱- سوختگی به وسیله اسیدها و بازها

در این نوع سوختگی مراقبت فوری چشم‌ها بسیار مهم بوده و تنها راه معالجه موثر و فوری آن، شست و شوی کامل چشم با آب است. برای این کار بهتر است سر مصدوم را زیر شیرآب قرارداد. در صورتی که شیر آب در دسترس نباشد، می‌توان سر او را در یک ظرف بزرگ آب فرو برد و از او خواست تا به سرعت پلکها را به هم بزند. یادرحالیکه کمک دهنده با دست خود چشم مصدوم را کاملاً باز نگه می‌دارد، با ظرفی به آهستگی آب را روی چشم می‌ریزد. این عمل حداقل به مدت ۱۰ دقیقه ادامه داشته باشد و اگر سوختگی به وسیله مواد قلیایی باشد باید چشم‌ها را برای مدت ۲۰ دقیقه شست و شو داد و سپس مصدوم را به نزدیکترین مرکز بهداشتی درمانی رساند.

اگر امکان شستشو در وسیله نقلیه وجود دارد بهتراست این کار ادامه داشته باشد. یادآوری می شود سوختگی چشم با مواد قلیایی ممکن است به وسیله محلول های پاک کننده و یا مثلاً تمیز کننده فاضلاب و غیره صورت پذیرد. این گونه ضایعات درابتدا سطحی به نظر می رسند ولی کم عمقی شده و به شکل التهاب عمیق ظاهر شده و حتی ممکن است منجر به کوری چشم شود.

در کارگاههایی که احتمال سوختگی چشم ها با مواد شیمیایی وجود دارد ضروری است کارگاه ها و کارخانه ها دارای محلول های شست شوی چشم باشند.

نکته: در سوختگی های چشم برای کاهش ضایعات ناشی از اثر اسیدها و قلیا یی ها هیچ گاه نباید از مواد خنثی کننده مانند سرکه، جوش شیرین ، الکل و مانند آنها استفاده کرد.

### ۳-۲-۱-۲-۳ سوختگی به وسیله گازهای تحریک کننده

سوختگی چشم به وسیله گازهای تحریک کننده مانند آمونیاک، کلر، فلورو... بسیار اتفاق می افتد، در صورتی که مقدار این گازها زیاد باشد، ممکن است سبب بروز ضایعاتی در چشم شود. دراین قبیل موارد نیز کمکهای اولیه ، شست و شوی چشم با آب فراوان می باشد.

### ۳-۱-۲-۳ سوختگی به وسیله حرارت

وقتی صورت فردی در معرض حرارت زیادی قرار داشته باشد، چشم ها دراثرانعکاس خود به خودی بسته می شوند تا کره چشم مصون بماند، ولی پلکها در معرض خطر سوختگی قرار داشته و مجروح می شوند. چون درمان پلکهای سوخته به مراقبت ویژه احتیاج دارد، دراین موارد، باید چشم ها را با یک پانسمان مرطوب و تمیز پوشاند و به نزدیک ترین مرکزبهداشتی درمانی رسانید.

### ۳-۱-۲-۳ سوختگی به وسیله نور و اشعه

در صورتی که چشم‌ها در مقابل نور شدید قرار داشته باشند، ممکن است سلول‌های حسی آن در معرض سوختگی قرار گیرند، مانند نور ساطع شده از دستگاه‌های مخصوص جوشکاری، در این نوع سوختگی که سلول‌های خاصی در شبکیه چشم آسیب می‌بینند، در معاینه ظاهری، علائمی دیده نخواهد شد. اگر مصدوم در حالت استراحت باشد، چشم‌های او را با گاز استریل می‌پوشانیم تا شدت درد کاسته شود و هر چه سریع‌تر او را به مرکز بهداشتی در مانی می‌رسانیم.

### توصیه‌ها

وقتی فردی در حالت بیهوشی است باید چشم‌های او را بسته نگه داشت زیرا خشک شدن بافت چشم در اثر فقدان ترشح اشک، ممکن است باعث ضایعات دائمی چشم و حتی باعث کوری شود، بنابراین باید با چسب‌های شفاف چشم‌های مصدوم را به حالت بسته در آورد بدین ترتیب جریان دائمی اشک برقرار می‌شود.

مصدوم ممکن است دارای چشم مصنوعی باشد که در مقابل تابش نور عکس العمل نشان ندهد و کمک‌دهنده دچار اشتباه شود، در هر حال بهتر است از چشم مصنوعی مانند چشم طبیعی مراقبت شود.

احتمال دارد لنز نامرئی باشد که در جریان حادثه از چشم‌ها خارج شده باشد. در این صورت بدون تلاش برای قراردادن آنها در چشم مصدوم، باید لنزها را همراه مصدوم به بیمارستان فرستاد، در غیر اینصورت باید از خارج کردن آنها از چشم خودداری شود زیرا ممکن است باعث تشدید ضایعات در چشم شود.



بریدگی‌ها از شایع‌ترین حوادث در آزمایشگاه شیمی محسوب می‌شوند. زمانی که فردی سعی کند یک همزن، لوله شیشه‌ای یا دماسنج را وارد سوراخ یک درپوش لاستیکی کند، در این صورت شیشه شکسته شده و موجب بریده شدن دست وی می‌گردد.

اصول ایمنی : در این مواقع بهتر است بدنه لوله شیشه‌ای، همزن یا دماسنج را با آب یا پارافین مرطوب نموده و برای محافظت انگشتان از پارچه یا دستکش استفاده کرد. همچنین برای بیرون آوردن این گونه اشیا از سوراخ لاستیک، بهتر است ابتدا کمی لاستیک را کنار زده و یکی دو قطره آب یا پارافین در کنار آن بچکانید و با پیچ و تاب دادن لوله شیشه‌ای، آرام آرام آن را بیرون بکشید. باید توجه داشت که در صورت نیاز به نیروی بیشتر، بهتر است لاستیک را با یک کاتر برید و یا آن را به انبار لوازم اسقاطی تحویل دهید.

امداد: زخمی شدن دست یا پا: ابتدا با کمی اتانول شستشو دهید. سپس پانسمان نمائید. قرار دادن کاغذ صافی تمیز روی بریدگی برای چند لحظه از خونریزی جلوگیری می‌کند.

### ۳-۲-۴- انفجار و یا شکستن لوازم شیشه‌ای و ایجاد بریدگی

هر چند وسایل شیشه‌ای از جنس پیرکس بوده و نسبت به تغییرات دما استحکام بیشتری دارند؛ اما باید توجه داشت که در صورت زیاد بودن دامنه تغییرات دمایی، و یا تحت فشار قرار دادن این ظروف شیشه‌ای، حوادثی چون شکستن و یا انفجار رخ خواهد داد و با توجه به بالا بودن میزان سختی این نوع شیشه‌ها در مقایسه با شیشه‌های معمولی، قدرت برندگی بخش‌های شکسته شده بیشتر از شیشه‌های معمولی است.

اصول ایمنی :

۱- ظرف‌های شیشه‌ای داغ را زیر شیر آب سرد نگیرید، زیرا شیشه به سرعت منقبض شده و شکسته می‌شود.

۲- هیچگاه از وسایل شیشه‌ای شکسته شده و یا ترک خورده استفاده نکنید.

۳- از محلولی که در حال جوشیدن است غافل نشوید، زیرا ممکن است تمام محلول بخار شده و ظرف شیشه‌ای شکسته شود.

۴- مواد شیمیایی را در ظرف‌های شیشه‌ای سر بسته حرارت ندهید.

۵- بشر و ارلن را به طور مستقیم حرارت ندهید. برای این کار از شعله پخش کن یا توری سیمی استفاده کنید.

۶- استوانه مدرج، بالن حجمی و ظروف توزین را حرارت ندهید، زیرا برای این منظور ساخته نشده‌اند و در اثر حرارت شکسته می‌شود.

امداد : با استفاده از محلول‌های شستشو، زخم را شسته و پانسمان نمایید. از هیچ‌گونه کرم یا پودر و امثال آنها استفاده نکنید. در صورت خونریزی شدید و یا وجود اشیاء خارجی (مثل ذرات کوچک شیشه) در محل بریدگی، به آن دست نزده و مصدوم را به بیمارستان منتقل کنید.

### ۳-۲-۵- بلعیدن مواد شیمیایی

بلعیدن مواد شیمیایی باعث سوختگی داخلی ناشی از مواد شیمیایی، مسمومیت، سرگیجه، حساسیت و حالت تهوع می‌شود و ممکن است در موارد زیر اتفاق بیفتد:

۱- پر کردن پیپت از طریق مکیدن محلول

اصول ایمنی : برای پرکردن پیپت حتماً از پوآر استفاده کنید و از مکیدن پیپت با دهان حتی برای پرکردن آب خوداری کنید.

۲- استفاده مواد خوراکی در آزمایشگاه

اصول ایمنی : از خوردن و نوشیدن در آزمایشگاه پرهیز شود. اگر در انجام آزمایشی به مواد غذایی و تنقلات احتیاج داشتید، با برچسب زدن روی آن مشخص کنید که این مواد خوراکی نیستند.

### ۳- شوخی کردن در آزمایشگاه

اصول ایمنی: آزمایشگاه محل آموزش است و از شوخی و شرط بندی در این مکان جداً خودداری کنید.

امداد: با یک مرکز کنترل مسمومیت‌های پزشکی تماس بگیرید. دهان را با آب شستشو دهید. در صورت خوردن اسید یا باز، با رقیق کردن آنها به وسیله آب می‌توان به کاهش سوختگی ناشی از این مواد در دستگاه گوارش کمک کرد.

در صورتی که فرد حلال‌های آلی و مشتقات آن را بلعیده باشد، نباید اقدام به رقیق کردن نمود و یا فرد را وادار به استفراغ کرد، زیرا محتویات معده به حلق بازگشته و خطر خفگی را افزایش می‌دهد. فرد مصدوم را به پزشک برسانید و قبل از درمان، نوع ماده شیمیایی بلعیده شده را به پزشک اطلاع دهید.

### ۳-۲-۶- تماس با مواد شیمیایی

تماس بدن با مواد شیمیایی: در مورد تماس با مواد شیمیایی، سرعت موضع تماس را با آب یا ماده شستشو دهنده مناسب بشویید.

تماس بدن با اسیدها: موضع را با آب زیاد بشوئید و سپس با محلول بی‌کربنات سدیم رقیق آن را شستشو دهید. تماس بدن با برم ( $Br_2$ ): موضع را با گلسیرین بپوشانید تا برم، جذب گلسیرین شود و سپس آن را پاک کنید.

تماس مواد شیمیایی با پوست واکنش‌های شدید حساسیتی ایجاد می‌کند. این واکنش‌های حساسیتی می‌توانند در کل بدن نیز منتشر شده و ماده شیمیایی را وارد خون کنند.

اصول ایمنی: استفاده از دستکش به هنگام برداشتن مواد شیمیایی

امداد: محل تماس را با مقادیر زیاد آب، حداقل به مدت ۲۰ دقیقه شستشو داده و سپس با آب و صابون شستشو دهید. در صورت شدید بودن مسمومیت، فرد را به مرکز درمانی انتقال دهید.

### ۳-۲-۷- ریختن مواد شیمیایی

۱- در صورت ریختن ماده ی شیمیایی بر روی لباستان، با احتیاط لباس را خارج کرده و فوراً قسمتی از

#### پوست

کهنه‌ها و لباس‌های آغشته شده با مقادیر زیاد آبشویید و در صورت امکان دو شاخص را بیگیرید. تمام مدت، مسئول آزمایشگاه را در جریان کار خود قرار دهید.

۲- در صورتی که قسمت زیادی از لباس شما آغشته به ماده ی شیمیایی شده باشد، فوراً زیر دوش اضطراری بروید و هم زمان که آب در حال ریختن است لباس را خارج کنید و پس از در آوردن آن، سر، صورت و بدن خود را با دقت و حوصله و با مقادیر زیاد آب شست و شو دهید.

۳- حتی مقادیر کمی از مایعات شیمیایی که روی زمین یا صندلی ها پاشیده شده اند باید زود پاک شوند. سدیم بی کربنات و استیک اسید رقیق به عنوان مواد ایمنی در آزمایشگاه برای خنثی کردن اسیدها و بازها هستند. (تمام اسیدها و بازها را قبل از تمیز کردن خنثی کنید).

۴- جیوه، سرب و برخی عناصر سنگین برای سلامتی خطرهای جدی ایجاد می کنند. از طرفی بدن انسان نمی تواند از عهده ی دفع این مواد برآید. تمام فلزهای سنگینی که تا به حال به بدن شما راه یافته اند هنوز با شما هستند. (برای مثال اگر در کودکی شما با جیوه بازی کرده اید و یا جوهرهای حاوی سرب را خورده اید، این مواد هنوز در بدن شما هستند) (فلزهای سنگین برای مدتی بسیار طولانی در بدن می مانند و ممکن است موجب عوارضی چون بیماری های ذهنی، لرزش اندام و یا حتی مرگ شوند. تنها راه جلوگیری از این خطرها آن است که کم ترین رویارویی را با فلزهای سنگین داشته باشید. در صورت ریختن جیوه مثلاً در اثر شکستن یک دماسنج جیوه ای، به سرعت مسئول آزمایشگاه را خبر کنید.

### ۳-۲-۸- استنشاق گازهای سمّی

بخارات و گازهای حاصل از یک واکنش ممکن است از طریق مجاری تنفسی وارد ریه شده و جذب بدن شود. برخی از بخارها و گازهای رایج در آزمایشگاه که به میزان زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: بخار هیدروکلریک اسید، آمونیاک، هیدروژن دی سولفید، اتر، نیتروژن اکسیدها، کلروفرم و...

اصول ایمنی : درب ظرف حاوی ماده شیمیایی دارای بخار را در زیر هود یا فضای آزاد باز کنید. در مواقعی که احتمال می‌دهید در یک واکنش فرآورده گازی آزاد می‌شود، واکنش را زیر هود انجام داده و از ماسک مخصوص استفاده کنید.

امداد : خیلی فوری مصدوم را از منطقه سمّی خارج نمایید و او را در هوای آزاد قرار دهید. کمربند و یقه مصدوم را شل کنید و مسیر تنفس او را باز نگه دارید. وضعیت او را ارزیابی کرده و در صورت لزوم به بیمارستان منتقل نمایید.

### ۳-۲-۹- سوختگی‌ها

سوختگی هنگام مواجهه پوست و اندام‌های سطحی بدن با حرارت مستقیم یا غیر مستقیم ایجاد می‌شود. در دمای کمتر از ۴۳ درجه سانتی گراد معمولاً آسیب‌های پوستی خاصی ایجاد نمی‌شود. درجه حرارت‌های بین ۴۴ تا ۵۵ درجه سانتی گراد آسیب قابل ملاحظه‌ای به بافت پوست بدن وارد می‌سازند. درجه حرارت‌های بالاتر از ۵۶ درجه سانتی گراد، پروتئین‌های موجود در بافت سطحی و داخلی پوست بدن را منعقد کرده و ساختار پوست را در زمان کوتاهی تخریب می‌کنند. سوختگی‌ها در آزمایشگاه در موارد زیر اتفاق می‌افتد.

۱- بیشتر سوختگی‌ها در آزمایشگاه در اثر تماس با ظروف داغ پیش می‌آید.

اصول ایمنی : برای پیشگیری از سوختگی‌ها، در هنگام برداشتن ظروف گرم دقت کنید و اگر از گرم بودن آن‌ها اطلاعی ندارید، در هنگام کار با این ظرف‌ها از انبر و دستکش عایق حرارتی استفاده کنید.

۲- در مواردی هم ممکن است ناشی از آتش سوزی در آزمایشگاه باشد.

اصول ایمنی : هرگز درب شیشه‌های مواد آلی قابل اشتعال را باز نگذارید و آنها را دور از شعله نگهداری کرده و همچنین در نزدیکی شعله از آنها استفاده نکنید.

امداد : محل سوختگی را حداقل ۱۰ دقیقه در آب سرد و ترجیحاً استریل غوطه‌ور کنید. این کار درد را تسکین بخشیده و درجه سوختگی را کاهش می‌دهد. روش سرد کردن بخش سوخته به این صورت است که جریان آب سرد را از بالای محل به سمت سوختگی هدایت کنید. این روش برای سوختگی‌های وسیع‌تر ( بیش از ۲۰٪) مناسب نیست، زیرا احتمال پیدایش عفونت را افزایش می‌دهد. بعد با باند استریل آنرا بپوشانید. هیچگاه بر روی محل سوختگی خمیردندان، روغن یا پودر قرار ندهید. تاول‌های حاصل از سوختگی را سوراخ نکنید، زیرا بهترین پانسمان طبیعی در محل می‌باشند. در صورت سوختگی با درجه بالا به پزشک مراجعه نمایید.

۳- در مواردی هم ممکن است سوختگی با اسید یا باز قوی صورت گیرد.

در تمام سوختگی‌های اسیدی یاقلیایی، بخش آلوده را با مقادیر زیاد آب ( بمدت ۵ دقیقه ) شستشو دهید. در این نوع سوختگی‌ها، آسیب وارد شده به پوست عمدتاً ظرف ۳ دقیقه بعد از تماس مصدوم با ماده ایجاد می‌شود، بنابراین شستن بخش آلوده شده در اولین دقایق بعد از تماس با اسید یا باز، آسیب را کاهش می‌دهد. خارج کردن لباس‌های آلوده به اسید یا باز، امکان تماس پوست با مواد شیمیایی جذب نشده را کاهش می‌دهد. این کار را در زمانی که در حال شستن سوختگی‌های مصدوم هستید انجام دهید و آب را بدون هر گونه فشاری به کار ببرید، زیرا فشار آب باعث نفوذ مواد شیمیایی به بخش‌های داخلی تر بافت‌ها

می‌شود و وسعت سوختگی را افزایش می‌دهد. برای خنثی کردن مواد شیمیایی با استفاده از مواد شیمیایی دیگر (برای مثال از بازها برای خنثی کردن اسیدها) تلاش نکنید، زیرا ممکن است سبب انجام واکنش شیمیایی گرماده شده و در نتیجه آسیب بیشتری به مصدوم وارد گردد. در صورت شدید بود سوختگی، مصدوم را به مرکز سوختگی و سوانح برسانید.

### ۳-۳- نکات ایمنی مربوط به تشخیص محلولهای شیمیایی:

یکی از مهمترین نکاتی که یک آزمایشگر و یا هر فردیکه بنحوی در آزمایشگاه با مواد شیمیایی کار می‌کند باید به آنها توجه داشته باشد نحوه تشخیص محلولهای شیمیایی و طرق شناسایی این محلولهاست. در آزمایشگاه حتماً باید روی محلولها و مواد شیمیایی برچسب خوانا و صحیح که حاوی اطلاعات لازم از محلول است باید نصب شود.

از جمله مشخصات روی برچسب باید موارد زیر باشد:

۱- اسم محلول یا ماده شیمیایی

۲- درجه خلوص

۳- تاریخ تهیه آن

۴- نام تهیه کننده آن در صورت لزوم

### ۳-۴- نکات ایمنی، روش و شرایط حفاظتی کار با اسیدها

کار با اسیدها بسیار خطرناک است و فقط افرادی که از خطرات ناشی از کار با اسیدها کاملاً آگاهی دارند باید با آنها کار کنند. مراقبتهای زیر را در آزمایشگاه هایی که اسیدهای قوی و سایر مایعات سوزان موجود است موجود

است و برای افراد احتمال خطر هست باید رعایت گردد.

۱- وسایل مناسب و کافی برای شستشو موجود باشد تا چنانچه اگر بدن یا لباس افراد به اینگونه مایعات آلوده شد فوراً شستشو داده شود.

۲- مقدار کافی داروی شستشوی چشم باید همیشه در محل مناسب و با برچسب مشخص موجود باشد.

۳- اگر خطر پخش شدن و ترشحات اسید در میان باشد باید لباسهای عایق اسید، عینک، کلاه عایق اسید، پوتین، دستکش لاستیکی فراهم باشد.

۴- ظروف محتوی اسیدها بخصوص اسید سولفوریک نبایستی در معرض تابش نور آفتاب قرار گیرد. آنها را در شیشه های کدر و دور از آفتاب قرار دهید.

۵- هنگام نقل و انتقال ظروف اسید قبل از حمل اینگونه ظروف بایستی درپوش ظرف را کمی شل کرد و پس از تخلیه فشار آن درب آنرا محکم بست.

۳-۴-۱- نکات زیر در خصوص رقیق کردن اسیدها لازم است رعایت شود:

۱- ظروف فلزی را نباید برای رقیق کردن مورد استفاده قرار داد، زیرا اسیدها به شدت خوردنده فلزات هستند.

۲- در عمل بایستی همیشه اسید را در آب ریخته، نه آب را در اسید زیرا اگر آب روی اسید ریخته شود تولید حرارت نموده (واکنش آب و اسیدها به شدت گرمازا می باشد) که با ایجاد حباب های هوا ذرات اسید را شدیداً به اطراف پخش می کند.

۳- رقیق کردن اسیدهای غلیظ: هیچگاه، آب به داخل اسید نریزید، زیرا حرارتی که از مخلوط کردن آب و اسید ایجاد می شود، باعث شکستن ظرف و یا پاشیدن اسید به خارج می گردد. برای رقیق کردن اسیدها، همیشه اسید را قطره قطره روی آب سرد اضافه کنید و محلول را مرتباً بهم بزنید.



۴- پس از رقیق کردن باید مدتی بگذرد تا اسید بتدریج سرد شود سپس از آن استفاده نمود.

۵- در موقع اضافه نمودن اسید غلیظ به آب سعی شود اسید را با پیپت برداشت و در موقع تخلیه در آب به جداره داخلی ظرف حاکی کرد و سپس با هم زدن شیشه ای آنرا مخلوط کرد.



### ۳-۵- ابزار لازم برای نگهداری مواد شیمیایی

۱- موادی که در حرارت و فشار معمولی قادر به تجزیه و یا واکنش انفجاری هستند، مثل اسیدپیکریک، تری نیتروتولوئن: باید در ظرفی بصورت بطری، جعبه و یا شبکه و یا مخازن فلزی و زیر آب نگهداری شوند و از رسیدن ضربات فیزیکی به این مواد خودداری شود و دور از مواد اکسیدکننده قرار گیرند.

۲- موادی که قادر به تجزیه و واکنش انفجاری بوده ولی جهت این عمل به حرارت کافی نیاز دارند مثل نیترات سلولز، فلوئور، هیدرازین: باید در سیلندرهای استیل مخصوص، نگهداری و حمل شوند و در برابر صدمات فیزیکی باید محافظت گردند و جدا از انبارهای دیگر و دور از منابع ایجاد حرارت و جرقه قرار گیرند.

۳- موادی که در حالت عادی ناپایدار بوده و تغییرات شیمیایی یافته ولی منفجر نمی شوند، مثل سدیم، فسفر سفید و لیتیم: باید در قوطی های کاملاً آب بندی شده نگهداری شوند و دور از آب و در محل های خنک و یا تحت گاز نیتروژن نگهداری شوند.

۴- موادی که در حالت عادی پایدار بوده، ولی در حرارت و فشار بالا ممکن است ناپایدار شوند، مثل فسفر قرمز، روی: در بطری‌هایی آب‌بندی شده نگهداری شوند و از آسیب‌های فیزیکی محافظت شوند و در محل خشک و خنک دارای تهویه و دور از اسیدها و هیدروکربنهای هالوژنه و هیدروکسیدهای قلیایی نگهداری شود.

۵- موادی که در حالت عادی حتی در شعله پایدار هستند و با آب واکنش نمی‌دهند: در ظروف کاملاً سربسته نگهداری می‌شوند.

### ۳-۶- نحوه انبار و نگهداری مواد شیمیایی

۱- موادی که مقدار کمی از بخارات آنها می‌تواند سبب مرگ گردد، مانند هیدروژن سیانید، سیانوزن و پاراتیون: باید در سیلندرهای فلزی فشار قوی نگهداری می‌شوند و در برابر آسیب‌های فیزیکی محافظت شوند و در محل خنک که بخوبی تهویه می‌گردد و دور از هر گونه ماده قابل اشتعال نگهداری می‌شوند.

۲- مواد به حالت مایع مثل اسیدهای غلیظ که به نور حساس هستند: در بطری‌ها یا تنگهای شیشه‌ای به رنگ کدر و یا مخازن فلزی پوشش‌دار و یا بدون پوشش در محل با تهویه خوب نگهداری می‌کنند.

۳- موادی که جاذب رطوبت هستند، مثل هیدروکسید سدیم: باید در بطری‌های پلاستیکی که نسبت به آب غیر قابل نفوذ هستند و کاملاً سربسته نگهداری می‌شوند.

۴- مواد رادیواکتیو: در محفظه‌های سربی و در محیط‌هایی که کاملاً غیر قابل نفوذ هستند نگهداری می‌شوند و باید از تشعشع‌های مواد حفاظت فردی شوند.

کلر، آرسنیک، سدیم سیانید، سدیم آزید و هیدروژن سیانید از جمله مواد شیمیایی با سمیت بالا هستند. برخی از مواد شیمیایی نیز سرطان‌زا هستند از جمله فرمالدئید، آب اکسیژنه، کلسیم کربنات کلروفرم

،بزنن و ... . با توجه به این که مواد شیمیایی می توانند سمی و یا سرطان زا باشند لازم است در هنگام کار با این مواد علاوه بر استفاده از روپوش ،عینک ایمنی و روشن نمودن هود یا هواکش آزمایشگاه از حداقل مقدار مواد استفاده نمود و از چشیدن ، بوییدن و تماس با مواد جداً باید پرهیز کرد.

### ۳-۶-۱- مواد شیمیایی ناسازگار

از نکات مهم دیگر در آزمایشگاه شیمی نگهداری مواد شیمیایی است و دانستن این موضوع که چه موادی را در کنار یکدیگر قرار ندهیم . بسیاری از مواد شیمیایی در صورت در کنار هم بودن ممکن است واکنشهای خطرناکی را انجام دهند که در بعضی موارد حتی می تواند سبب انفجار شود .

یک شیمی دان هیچ گاه موادی را که با هم واکنش خطرناکی می دهند در کنار هم نگهداری نمی کند حتی اگر احتمال وقوع حادثه بسیار کم باشد . به هر حال ممکن است دو شیشه ی حاوی دو ماده شیمیایی ناسازگار در اثر یک حادثه و یا غفلت بشکنند و مواد آن ها با هم ترکیب شده و زیان های جبران ناپذیری را به وجود آورد . برای جلوگیری از این گونه حوادث مواد زیر را در کنار هم قرار ندهیم :

ردیف	ماده شیمیایی	ناسازگار است با
۱	استیک اسید	نیتریک اسید، پر منگنات ها ، الکل
۲	استن	مخلوط سولفوریک اسید و نیتریک اسید، آب اکسیژنه
۳	فلزات قلیایی	آب، کربن تترا کلرید، هالوژن ها، کربن دی اکسید
۴	آلومنیوم	اسیدها، قلیاها، پر اکسیدها
۵	آمونیاک	جیوه، کلر، ید ، برم

۶	آمونیم نیترات	اسیدها، فلزات پودر شده، مایعات آتش گیر، نیترات ها، گوگرد
۷	کلسیم اکسید	آب
۸	مس	آب اکسیژنه(هیدروژن پراکسید)
۹	سیانیدها	اسیدها
۱۰	مایعات آتش گیر	آمونیم نیترات، هیدروژن پراکسید، نیتریک اسید، سدیم پراکسید
۱۱	هیدروژن پراکسید	مس، کروم، آهن، نمک های فلزی، الکل ها، استن، مواد آتش گیر
۱۲	جیوه	آمونیاک، استیلن
۱۳	نیتراتها و نیتريت ها	اسیدها
۱۸	نیتریک اسید	مایعات و گاز های آتش گیر
۱۹	فسفر	گوگرد، ترکیبات اکسیژن دار مثل کلرات ها، هوا
۲۰	پنتا اکسید فسفر	الکل ها، بازهای قوی، آب
۲۱	پتاسیم پر منگنات	سولفوریک اسید
۲۲	نقره	تارتاریک اسید، ترکیبات آلومینیوم
۲۳	روی	کلیه مواد اکسید کننده، اسیدها، قلیاها، پراکسیدها
۲۴	سدیم پراکسید	متانول، اتانول، استیک اسید
۲۵	سولفوریک اسید	پتاسیم کلرات، پتاسیم پر کلرات، پتاسیم پر منگنات

در جدول زیر به تعدادی از واکنش های مواد نا سازگار با هم اشاره شده و محصول هر واکنش به همراه

خطرات احتمالی آن قید شده است:

واکنش های ممکن	دو ماده ناسازگاری که نباید در کنار هم باشند	ردیف
حاصل یک ماده ی قابل انفجار است	فلز آلومینیوم و آمونیوم نیترات	۱
مخلوط این دو ممکن است باعث احتراق گردد مخصوصا اگر استیک اسید غلیظ باشد	آمونیوم نیترات و استیک اسید	۲
یک واکنش شدید و قابل انفجار است	هیدروژن پر اکسید و اکسید سرب	۳
یک واکنش شدیداً گرمازا است	هیدروژن پر اکسید و سولفید آهن	۴
میتواند باعث ایجاد فولمینات جیوه شود که یک ماده قابل انفجار است	جیوه نیترات و متانول	۵
فسفر در حضور نیتریک اسید خود به خود آتش می گیرد	نیتریک اسید و فسفر	۶
مخلوط این دو ماده اگر حرارت داده شود می تواند باعث انفجار گردد	پتاسیم سیانید و پتاسیم پر اکسید	۷
مخلوط نمونه های خشک این دو می تواند قابل انفجار باشد	سدیم نیترات و سدیم تیو سولفات	۸
واکنشی است شدیداً قابل انفجار	سولفید سرب و هیدروژن پر اکسید	۹

آزمایشگاه شیمی خطرات بالقوه بسیاری در بردارد. بسیاری از ترکیبات و عوامل شیمیائی موجود در آزمایشگاه می‌توانند فاجعه‌آفرین باشند. بی‌اعتنایی به هشدارها و عدم رعایت اصول ایمنی عواقب ناگواری بدنبال خواهدداشت که در بعضی موارد قابل جبران هم نمی‌باشد. در محیط آزمایشگاه خطرات بسیاری منجمله انفجار، آتش سوزی، نشت گازهای سمی، آلودگی محیط به مواد سرطان زا و.. در کمین اند که فقط با رعایت اصول ایمنی و توجه به هشدارها می‌توان از گزند آنها درامان بود. نظر به اهمیت موضوع، در این فصل ضمن معرفی ترکیبات موجود در آزمایشگاه شیمی، خطرات تک‌تک آنها را برشمرده و اصول ایمنی و طرز کار با این ترکیبات را مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهیم.

### ۳-۷-۱- اسید کلریدریک (HCl)

اسیدکلریدریکمصرفی در آزمایشگاه ۳۷ درصد با دانسیته ۱/۱۹ می‌باشد. اسید کلریدریک روی پوست بدن و دستگاه تنفسی اثر نامطلوب دارد. در اثر حرارت دادن کلرید هیدروژن (HCL) متصاعد می‌شود.

#### توصیه های ایمنی

از تماس با پوست بدن و چشم جلوگیری شود و در صورت تماس با چشم، سریعاً با آب شستشو داده و به پزشک مراجعه نمائید. بدلیل سمی بودن بخارات اسید کلریدریک، در زیر هود از آن استفاده نمائید.

### ۳-۷-۲- اسید نیتریک (HNO<sub>3</sub>)

اسید نیتریک مصرفی در آزمایشگاه ۶۵ درصد و دانسیته آن ۱/۴۰ می‌باشد. اسید نیتریک اثر نامطلوب روی پوست بدن دارد. این ماده با علامت C مشخص شده است که نشان می‌دهد اسید نیتریک باعث انهدام سلولهای بدن و وسایل کار می‌شود.

#### توصیه های ایمنی:

از هر نوع تماس با بدن، چشم و لباس و یا تنفس بخارات آن خودداری شود و در صورت تماس با چشم کاملاً با آب شستشو داده و به پزشک مراجعه نمائید.

### ۳-۷-۳- اسید فلوئوریدریک (HF)

اسید فلوئوریدریک مصرفی در آزمایشگاه ۴۰ - ۳۸ درصد و دانسیته آن ۱/۱۳ می‌باشد. بدلیل سمی بودن در اثر تنفس و قورت دادن و تماس با پوست بدن، اثرات نامطلوب شدیدی برجای می‌گذارد. اگر با پوست بدن تماس پیدا کند ممکن است خطرات جدی و زخمهای دردناک ایجاد کند. سوختگی با این اسید تا ساعتها پس از تماس با آن آشکار نمی‌شود. این ماده با علامت +T و C مشخص شده است که نشان می‌دهد این ماده بشدت سمی می‌باشد، و روی پوست بدن تاثیر دارد.

#### توصیه های ایمنی:

ظرف محتوی این ماده را بصورت در بسته و در محلی که هوای آزاد جریان داشته باشد نگاه دارید. در صورت تماس با چشم، کاملاً با آب شسته و بلافاصله به پزشک مراجعه کنید. هنگام کارکردن با آن، از دستکش و لباس حفاظتی استفاده شود. در اثر تغییر ناگهانی، یا احساس هرگونه ناراحتی، فوراً به پزشک مراجعه شود. از تماس با بدن، چشم و لباس جلوگیری نموده و بخارات آن تنفس نشود. کارکردن با آن باید زیر هود آزمایشگاه باشد. ضمناً لازم به ذکر است، بخارات  $\text{SiF}_4$  حاصل از تبخیر سیلیس یا مواد خام با اسید فلوئوریدریک بشدت سمی می‌باشد. در صورت تماس با پوست بدن، باید با آب معمولی بمدت ۳۰ دقیقه پوست آلوده را شستشو داده و به پزشک مراجعه نمود.

### ۳-۷-۴- اسید پر کلریک ( $\text{HClO}_4$ )

این ماده در اثر گرما قابل انفجار می‌باشد. در صورت تماس با اجسام قابل اشتعال، خطر آتش سوزی دارد و در صورت تماس با پوست بدن اثر نامطلوب برجای می‌گذارد. اسید پرکلریک با علامت C و O مشخص شده می‌شود که نشان می‌دهد این ماده قادر به اشتعال مواد سوختنی می‌باشد.

#### توصیه های ایمنی:

از هر نوع تماس با پوست بدن، چشم و لباس و یا تنفس بخارات آن خودداری نمود و در صورت تماس با چشم، کاملاً با آب شسته و به پزشک مراجعه شود. هنگام کار با آن، پوشیدن لباس حفاظتی ضروریست، ضمن این که بدلیل خاصیت انفجاری بایستی دقت کافی مبذول داشت. اسید غلیظ و سرد و همچنین اسید رقیق گرم خطرناک نیستند. از طرف دیگر در صورتی که اسید پرکلریک غلیظ و داغ با مواد آلی یا معدنی که براحتی اکسید می‌شوند تماس پیدا کند انفجار مهیبی روی می‌دهد. بهمین علت باید این اسید را فقط در هود های خاص حرارت داد. هودهای خاص اسید پرکلریک را با شیشه یا فولاد زنگ‌نزن آستر می‌کنند. این هود ها کاملاً آب بندی هستند و به یک سیستم تولید مه برای شستشوی دیوارها با آب مجهزند. سیستمهای تهویه این هود ها باید از سایر هودها جدا باشد.

#### **۳-۷-۵- اسید سولفوریک ( $H_2SO_4$ )**

اسیدسولفوریک مورد استفاده در آزمایشگاه ۹۶ درصد و دانسیته آن ۱/۸۴ می‌باشد. این ماده که با علامت C مشخص می‌شود در صورت تماس با پوست بدن، اثرات نامطلوب شدیدی برجای می‌گذارد.

#### توصیه های ایمنی:

هیچ موقع به آن آب اضافه نشود زیرا گرما ی زیادی تولید خواهدکرد. برای رقیق کردن نباید آب را به آن افزود، بلکه باید اسید سولفوریک را آرام آرام به آب اضافه کرد. در صورت تماس با چشم، با آب فراوان بطور مداوم و حداقل به مدت ۱۵ دقیقه شستشو داده و به پزشک مراجعه نمائید. در هنگام کار با اسید



سولفوریک باید دقت کرد زیرا ممکن است بخارات سمی ایجاد شود. اثرات سمی این ماده روی پوست بدن بصورت پیدایش لکه های زرد تا قهوه ای می باشد و سوختگی به تمام ضخامت پوست سرایت می کند. محل را با پارچه خشک کنید و سپس با مقدار بسیار زیاد آب بشوئید.

### ۳-۷-۶- اسید استیک ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

این ماده که با علامت C مشخص می شود که نشان می دهد در صورت تماس با پوست بدن اثر نامطلوبی بر جای می گذارد.

توصیه های ایمنی:

بخار آن را تنفس نکنید. در صورت تماس با چشم کاملاً با آب شسته و با پزشک مشورت نمائید. در صورت آشامیدن سریعاً به پزشک مراجعه کنید. در صورتی که پوست آلوده شده باشد پارچه آغشته به بی کربنات سدیم ( $\text{NaHCO}_3$ ) را به مدت نیم ساعت در محل قرمز شده بگذارید و پس از آن از یک ماده نرم کننده استفاده کنید.

### ۳-۷-۷- اسید فسفریک ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

اسید فسفریک مورد استفاده در آزمایشگاه ۸۵ درصد و دانسیته آن ۱/۷۱ می باشد. این ماده با علامت C مشخص می شود و خطر آن اثر نامطلوب روی پوست بدن است.

توصیه های ایمنی:

در صورت تماس با چشم، کاملاً با آب شستشو داده و با پزشک مشورت نمائید.

### ۳-۸-۸- آمونیاک ( $\text{NH}_3$ )

آمونیاک مورد استفاده در آزمایشگاه ۲۵ درصد بوده و دانسیته آن ۰/۹۱ می‌باشد. این ماده باعث تحریک پوست، چشم و تحریک دستگاه اعصاب می‌شود و دارای اثر محرک قوی و سوزانندگی ملایم نسبت به بافتهای بدن است. این ماده با علامت Xi مشخص می‌شود که نشاندهنده اثر نامطلوب آن بر پوست بدن، چشم و دستگاه تنفسی است.

#### توصیه های ایمنی:

از تماس با پوست بدن و چشم جلوگیری شود و بخارات آن نیز تنفس نشود. در صورت تماس با چشم، کاملاً با آب شستشو داده و به پزشک مراجعه نمائید. از تماس با پوست و چشم جلوگیری شود و بخار آن تنفس نشود.

اگر بیمار در معرض گاز آمونیاک باشد فوراً او را از محل دور کرده و وادار به استراحت کنید. در صورتی که قطرات این ماده با چشم تماس پیدا کرد، با آب معمولی به مدت ۱۵ دقیقه شستشو دهید و در صورت تماس با پوست بدن، پس از شستشو با آب، در محل تماس کرمهای نرم کننده بمالید. اگر محلول آن خورده شود، سرکه یا آب لیمو را با آب میوه مخلوط کنید و به بیمار بدهید ضمناً برای رفع اختلالات تنفسی بیمار نیاز به اکسیژن دارد.

#### ۳-۷-۹- متانول (CH<sub>3</sub>OH)

در صورت خوردن بدلیل سمی بودن باعث کوری شخص مسموم می‌شود. این ماده با علائم T و F مشخص شده است که نشان دهنده سمی بودن و قابلیت اشتعال آن می‌باشد. در اثر تنفس کردن، خوردن یا تماس با پوست بدن به سلامتی انسان ضرر می‌رساند.

#### توصیه های ایمنی:

ظرفهای حاوی این مواد باید کاملاً بسته باشد. از شعله آتش و گرما دور نگه داشته شود و از تماس با پوست بدن جلوگیری شود.

### ۳-۷-۱۰- اتیلن گلیکول ( $C_2H_6O_2$ )

این ماده با علامت Xn مشخص می‌شود که نشان می‌دهد جذب آن توسط بدن، حتی به مقدار بسیار کم، به سلامتی انسان لطمه می‌زند.

توصیه های ایمنی:

از تماس با بدن و از تنفس بخار آن جلوگیری شود.

### ۳-۷-۱۱- هیدروکسید سدیم و پتاسیم (NaOH) و (KOH)

تماس این مواد با پوست بدن اثر نامطلوب شدیدی برجای می‌گذارد.

توصیه های ایمنی:

در صورت تماس با چشم، کاملاً با آب شستشو داده و به پزشک مراجعه شود. در هنگام کار با این مواد از دستکش استفاده نمایید. نفوذ این مواد در پوست بکندی است و ضایعه در صورتی اتفاق می‌افتد که این مواد برای مدتی روی پوست بمانند و یا کراراً با پوست تماس داشته باشند که در این حالت پوست نرم می‌شود. محلولهای غلیظ یا جامد این مواد قرنیه چشم را به سهولت از بین می‌برند و چنانچه خورده شود، مخاط حفره دهان متلاشی می‌شود. در صورت تماس با پوست، با آب آنقدر بشوید که دیگر پوست لیز نباشد. پس از شستشو با مواد نرم کننده پانسمان نمایید. چشمها را با آب به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه شستشو ی فوری و مداوم بدهید. در صورتی که خورده شود با خوراندن آب، رقیق نمائید و بگذارید بیمار را آزادانه استفراغ کند. توجه داشته باشید حداقل ۲ لیتر مایع باید مصرف شود. سپس آلبیموی رقیق یا سرکه رقیق

تجویز می‌شود. نرم کننده‌هایی مانند شیر، تخم مرغ و روغن زیتون مناسب می‌باشند. استفاده از لوله معده شوی خطرناک است زیرا ممکن است در معده پارگی یا سوراخ ایجاد نماید.

### ۳-۷-۱۲- کلرور آمونیوم ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )

این ماده، اثر نامطلوب بر روی چشم دارد.

توصیه ایمنی:

گرد آن را تنفس نکنید.

### ۳-۷-۱۳- نترات آمونیوم ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )

در صورت تماس با اجسامی که قابل سوختن باشند، خطر آتش سوزی دارد و در اثر مخلوط شدن با مواد قابل اشتعال خطر انفجار دارد.

توصیه های ایمنی:

از گرما و آتش دور نگه داشته شود زیرا بخارات حاصل از آن سوزنده و قابل انفجارند. بخارات آن تنفس نشود. این ماده با اسیدها و مایعات قابل اشتعال سازگار نمی‌باشد. بنابراین در انبار و آزمایشگاه در مجاورت هم قرار ندهید.

### ۳-۷-۱۴- اگزالات آمونیوم

این ماده با علامت Xn مشخص می‌شود که نشان می‌دهد تماس آن با بدن می‌تواند ضایعاتی بدن‌بال داشته باشد.

توصیه های ایمنی:

از تماس با چشم و پوست بدن جلوگیری شود.

### ۳-۷-۱۵- کربنات سدیم و پتاسیم ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) و ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )

این مواد که با علامت Xi مشخص می‌شوند در صورت تماس با پوست بدن، چشم و دستگاه تنفسی اثر نامطلوب برجای می‌گذارند.

توصیه های ایمنی:

گرد این مواد را تنفس نکنید و در صورت تماس با چشم، کاملاً با آب شستشو داده و با پزشک مشورت نمایید.

### ۳-۷-۱۶- کلرور باریم ( $\text{BaCl}_2$ )

این ماده که با علامت Xn مشخص می‌شود، در صورت تماس با بدن اثر نامطلوب برجای می‌گذارد. در صورت تماس این ماده با پوست محل تماس را با آب شستشو دهید.

### ۳-۷-۱۷- کلرور استانو ( $\text{SnCl}_2$ )

این ماده که با علامت Xn مشخص می‌شود، در صورت تماس با بدن، اثر نامطلوب برجای می‌گذارد. توصیه های ایمنی:

در صورت تماس با چشم، کاملاً با آب شستشو داده و به پزشک مراجعه نمایید.

### ۳-۷-۱۸- کلرور جیوه ( $\text{HgCl}_2$ )

تنفس، قورت دادن و تماس آن با پوست بدن بسیار خطرناک بوده و می‌تواند منجر به مرگ گردد. این ماده با علامت T+ مشخص می‌شود که نشان‌دهنده سمیت شدید آن می‌باشد.

توصیه های ایمنی:

کلرور جیوه باید همیشه در ظروف دربسته نگهداری شود و از مواد غذایی و آشامیدنی دور نگه داشته شود و در صورت احساس ناراحتی یا تغییر حالت فوراً به پزشک مراجعه شود و چنانچه این ماده با بدن تماس پیدا کرد، بلافاصله محل تماس را با آب شستشو دهید.

### ۳-۷-۱۹- کرومات و دی کرومات پتاسیم ( $K_2Cr_2O_7$ ) و ( $K_2CrO_4$ )

باعث عارضه در چشم، دستگاه تنفس و پوست بدن می‌شوند. این مواد سرطان زا بوده و در پوست ایجاد حساسیت می‌کنند. این مواد با علامت T مشخص می‌شوند که نشان‌دهنده سمیت آنهاست.

توصیه های ایمنی:

گرد آنرا تنفس نکنید. در صورت تماس با دست و بدن فوراً محل تماس را با آب شستشو داده و در صورت داشتن حالت غیرعادی، بلافاصله به پزشک مراجعه نمایید. توجه داشته باشید کرومات های قلیائی سرطان زا می‌باشند.

### ۳-۷-۲۰- نیترات نقره ( $AgNO_3$ )

این ماده که با علامات C و O مشخص می‌شود در تماس با پوست بدن اثر نامطلوب و شدید برجای می‌گذارد و چنانچه با اجسام قابل اشتعال تماس داشته باشند خطر آتش سوزی بدنال خواهد داشت.

توصیه های ایمنی:

در صورت تماس با چشم، کاملاً با آب شستشو داده و به پزشک مراجعه نمایید. از هر نوع تماس با بدن، چشم و لباس اجتناب شود.

### ۳-۷-۲۱- باریم دی فنیل آمین سولفونات

این ماده با علامت Xn مشخص می‌شود که نشان می‌دهد نباید با پوست بدن تماس پیدا کند.

## فصل چهارم

### ایمنی فضا و تأسیسات آزمایشگاه

#### ۴-۱- انتخاب محل تأسیس آزمایشگاه

- ۱- آزمایشگاه حتی المقدور در مناطق مسکونی نباشد یا رضایت کتبی از ساکنین منطقه مسکونی گرفته شود
- ۲- آزمایشگاه بهتر است در جوار مکانهایی که دارای سرو صدا و تنش هستند دایر نگردد. (جوشکاری، موتورخانه، آهنگری و...)

۳- آزمایشگاه باید در محلی که دسترسی افراد بیمار یا ناتوان به آنجا مقدور باشد، مثلاً حتی الامکان در طبقه همکف دایر شده در غیر اینصورت با استفاده از آسانسور، سطح شیب دار، کوریدور و غیره دسترسی به آن تسهیل گردد.

۴- آزمایشگاه بیمارستان بهتر است نزدیک و یا داخل ساختمان بیمارستان تأسیس گردیده بطوریکه فاصله زیادی با بخشهای بیمارستان نداشته باشد. آزمایشگاههای اورژانس و یا آزمایشگاه عصر و شب بیمارستانها باید در جایی دایر گردد که مراجعه بیماران درمانگاه و یا ارسال نمونه های بخشها به راحتی صورت پذیرد

#### ۴-۲- مساحت و فضای آزمایشگاهها

مساحت کافی و فضای مناسب برای آزمایشگاه و بخش های مختلف آن به نسبت حجم کاری (تعداد مراجعین و یا تعداد تختهای بیمارستانی)، تنوع آزمایش ها، تعداد تجهیزات، تعداد کارکنان و میزان استفاده از سیستم های اتوماسیون تخمین زده می شود در حال حاضر مساحت ۱۰۰ مترمربع برای آزمایشگاههای بالینی و ۱۲۰ مترمربع برای آزمایشگاههایی که بخش آسیب شناسی تشریحی نیز دارند، بعنوان حداقل فضا

در نظر گرفته می شود . ولی با توجه به عوامل اشاره شده در بالا، مساحت آزمایشگاه باید در حدی باشد که بر کیفیت کار در آزمایشگاه و ایمنی کارکنان تاثیر سوء نداشته باشد و با گذشت زمان و افزایش حجم و دامنه کار ، فعالیتها دچار اختلال نگردد .



#### ۴-۳- شرایط فیزیکی و تاسیسات ساختمان :

- ۱- ارتفاع سقف آزمایشگاه حداقل ۲۴۰ سانتیمتر باشد.
- ۲- کف آزمایشگاه باید قابل شستشو بوده ترجیحاً دارای کف شوی باشد، وجود کف شوی در اتاق شستشو و میکروب شناسی الزامی است.
- ۳- دیوارهای آزمایشگاه حداقل تا ارتفاع ۱/۵ متر باید قابل شستشو باشد (رنگ های قابل شستشو و مقاوم مثل رنگ روغن توصیه می شود).
- ۴- در صورتیکه درب های آزمایشگاه چوبی است، بارنگ قابل شستشو و مقاوم مانند رنگ روغن رنگ آمیزی شده باشد. ترجیحاً درب ها دارای پنجره باشند.
- ۵- خرابی و فرسودگی در ساختمان وجود نداشته باشد.
- ۶- پهنای درب های اصلی و درب های داخلی در حدی باشد که تجهیزات و مبلمان آزمایشگاهی براحتی قابل جابجایی باشند.



- ۷- آزمایشگاه می بایست لوله کشی برای آب گرم و سرد، با فشار مناسب داشته باشد.
- ۸- آزمایشگاه می بایست سیستم مناسب گرمایش و سرمایش داشته باشد. دامنه تغییرات ایده آل دما در آزمایشگاه ۵ + / - درجه سانتی گراد است.
- ۹- سیستم لوله کشی گاز آزمایشگاه باید استاندارد بوده و نکات ایمنی لازم در مورد آن رعایت شده باشد و به تعداد کافی خروجی گاز در آزمایشگاه تعبیه گردد.
- ۱۰- در صورت استفاده از کپسول گاز، کپسول ها در مکان مناسب و امن، دارای تهویه مطلوب، دور از منابع حرارتی و نزدیک به محل مصرف قرار داده شوند.
- ۱۱- با توجه به تجهیزات موجود و سیستم روشنایی و تعداد لامپهای مصرفی در آزمایشگاه، باید از فیوزها و کابلهای مناسب استفاده گردد. در مدخل ورودی تابلوی برق آزمایشگاه باید ترانس تنظیم کننده مناسب قرار گیرد. در غیر این صورت می توان برای دستگاههای مختلف از ترانسهای مناسب و مجزا استفاده نمود. (جهت جلوگیری از مشکلات ناشی از قطع برق ونوسانات احتمالی برق شهری در مواردی که پشتیبانی منبع الکتریسیته ضروری است، استفاده از UPS با ویژگی های مناسب در ابتدای ورود کابل برق به آزمایشگاه یا بطور مستقل برای تجهیزات خاص پیشنهاد می گردد).
- ۱۲- آزمایشگاه باید سیستم تهویه مناسب داشته باشد تا از تجمع بخارات و گازهای سمی در فضای عمومی آزمایشگاه ممانعت گردیده، دما به خوبی کنترل شده، تجهیزات به درستی کار کرده و ایمنی و آسایش کارکنان و مراجعه کنندگان تامین گردد.
- ۱۳- سیستم تهویه آزمایشگاه در شرایط ایده آل به نحوی است که بین ۱۲ تا ۱۶ بار (حداقل ۶ بار) تعویض هوا در هر ساعت صورت گیرد و نحوه طراحی باید طوری باشد که هوای تمیز وارد و هوای قبلی به طور کامل خارج گردد. در چنین شرایطی تمامی اطاق های کار نسبت به راهروها باید فشار منفی

داشته و هوا از نواحی تمیزتر به نواحی آلوده تر جریان یابد و از بخشهای آلوده تر توسط هود مناسب خارج شود.

باید توجه داشت که هوای خروجی از آزمایشگاه نباید در جای دیگری جریان یابد و خروجی هوای هواکش ها بایدطوری تعبیه شود که برای ساکنان ساختمان خطر ساز نباشد .

۱۴- طراحی سیستم روشنایی آزمایشگاه باید به نحوی باشد که نورکافی ویکنواخت برای انجام فعالیت های مختلف از جمله رویت آسان واکنش ها و رنگ ها فراهم گردد.

مقدار روشنایی در فضای آزمایشگاه به نوع فعالیت ها ، رنگ دیوارها ، سقف و سطوح کاری ، فاصله سطح کاری تا پایه چراغهای روشنایی و محل قرار گرفتن پایه اصلی چراغها بستگی دارد.

لامپهای فلورسنت با دما و رنگهای مختلف در دسترس می باشد و استفاده از آن در محیطهای کاری سرپوشیده توصیه میگردد. بطور تقریبی وجود دو عدد لامپ فلورسنت در هر ۶ متر مربع برای تامین روشنایی آزمایشگاه ممکنست کافی باشد.

برای دستیابی به توزیع یکنواخت نور و حذف سایه ها ، باید لامپ های فلورسنت نسبت به سطوح کاری به طور عمود قرار گیرند. لامپ هایی که به طور موازی با سطوح کاری نصب می گردند، معمولاً بوسیله اشخاصی که انجام مشغول کار هستند و یا بوسیله کابینتهای بالای سر، ایجاد سایه می کنند. اگر هیچ کابینتی در بالای فضای کاری وجود نداشته باشد، می توان سیستم روشنایی را به طور موازی و بالای قسمت فعال سطوح کاری قرار داد. همچنین سیستم روشنایی اضطراری باید در محل پذیرش و تردد افراد و مسیر خروجی آزمایشگاه جهت ایمنی افراد در مواقع قطع برق استفاده گردد

۱۵-رطوبت در آزمایشگاه باید در حد متعادل حفظ شود، سطح رطوبت کمتر از ۲۰٪ باعث ایجاد الکتریسیته ساکن و رطوبت بیش از ۵۰٪ باعث به هم چسبیدن مواد می شود.

بیشتر تجهیزات آزمایشگاهی الزامات رطوبتی خاصی ندارند و دامنه رطوبت بین ۳۰-۷۰٪ قابل قبول می باشد. در مورد تجهیزاتی که نیازمند رعایت شرایط رطوبتی تعریف شده ای هستند باید مطابق توصیه سازنده عمل شود. ارزیابی سطح رطوبت در آزمایشگاه توسط رطوبت سنج های تجاری امکانپذیر است.

#### ۴-۴-۴-ایمنی در فضای آزمایشگاه :

۱- در طراحی آزمایشگاه باید به گونه ای عمل شود که احتمال بروز مخاطرات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی در محیط کار به حداقل برسد و یک محیط کاری ایمن برای کارکنان و همچنین مراجعه کنندگان فراهم گردد.

۲- دسترسی و امکان ورود به فضای فنی آزمایشگاه باید فقط برای افراد مجاز میسر باشد.

۳- کپسول اطفاء حریق و ترجیحاً سیستم هشدار حریق، به تناسب وسعت آزمایشگاه (هر ۵۰ مترمربع حداقل یک کپسول ۴ کیلوگرمی) و در مکانهای مناسب نصب گردد، طوری که دسترسی سریع تمامی کارکنان در موارد اضطراری به سهولت امکانپذیر باشد .

۴- دستگاههای برقی در آزمایشگاه خصوصاً دستگاههای دارای رطوبت و نیز دستگاههای حساس به نوسانات جزئی برق بایدسیم اتصال به زمین داشته باشند.

۵- دوش اضطراری و چشم شوی باید در مکانی قرار گیرد که در شرایط ضروری راحتی در دسترس همه کارکنان باشد. تعداد دوش ها و چشم شوی بستگی به وسعت کار و فضای آزمایشگاه دارد و بویژه باید در نزدیکی بخش هایی باشد که با مواد شیمیایی سوزاننده سروکار دارند.

۶- دستشویی هایی که برای شستشوی دست کارکنان در نظر گرفته شده نباید برای تخلیه نمونه ها و یا امور مربوط به انجام آزمایشها مورد استفاده قرار گیرند.

۷- هر بخش از آزمایشگاه جهت دورریز پسماندهای غیرآلوده باید دارای سطل زباله درب دار و کیسه زباله مقاوم باشد. هنگام تخلیه سطل زباله باید به ماموران شهرداری به روش مناسب آگاهی و هشدار داده شود (مثلاً از طریق برجسب گذاری روی کیسه های زباله).

۸- در آزمایشگاه باید فضای مناسب و مجزایی برای غذاخوری کارکنان و کمدقفل دار برای گذاشتن لباس و لوازم شخصی آنان در نظر گرفته شود.

۹- محل انجام فعالیت های مخاطره آمیز و محل قرار گرفتن هودها از هر نوع ، می بایست تا حد امکان از درب ها دور باشند. هودها باید در مکانی قرارگیرند که امکان نصب کانال جهت ارتباط با فضای بیرون ( در صورت نیاز) به راحتی میسر باشد.



#### ۴-۵- طراحی و تخصیص فضا در آزمایشگاه :

ارائه الگوی یکسان جهت طراحی فضای آزمایشگاهها امکانپذیر نبوده و ضروری نیز نمی باشد، فضای هر آزمایشگاه با توجه به اهداف، طیف فعالیت ها، تعداد پرسنل و تعداد تجهیزات و .... طراحی می شود. تخصیص فضا به بخش های مختلف آزمایشگاه با در نظر گرفتن موارد اشاره شده فوق صورت می گیرد. از آنجاییکه تغییر در حجم کاری و دامنه فعالیتهای آزمایشگاه ممکنست با الزاماتی در خصوص تغییر فضای

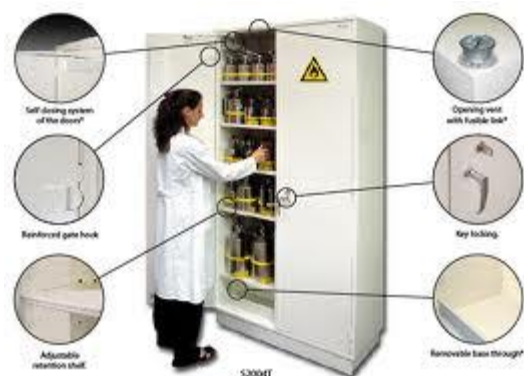
آزمایشگاه همراه باشد، تخصیص فضای آزمایشگاهها می بایست به نحوی باشد که متناسب با اهداف جدید، از نظر وسعت یا بهره وری قابلیت تغییر و سازگاری داشته باشد.

#### ۴-۵-۱- فضای کاری

مقدار فضا برحسب متر مربع است که شامل سطوح مورد استفاده جهت انجام کار و قرارگیری تجهیزات، سینک های شستشو و محل رفت و آمد کارکنان می باشد. فضاهای بین میزهای کار، راهروها و اطراف تجهیزات نیز جزو فضای کار به حساب می آیند. فضای مفید کاری در بخش های مختلف آزمایشگاه می بایست به حدی باشد که حداکثر تعداد کارکنان شاغل در یک نوبت کاری، با در نظر گرفتن فضای اشغال شده توسط تجهیزات، فضاهای بین میزهای کار، راهروها و فضاهای اطراف تجهیزات، به راحتی قادر به فعالیت باشند.

#### ۴-۵-۲- طراحی و تخصیص فضای کاری مورد نیاز بخشها

در آزمایشگاههای با دامنه و حجم کاری محدود، متناسب با فعالیت های انجام شده، بخشهای مختلف، بویژه بخش هایی که از تجهیزات مشترک استفاده می کنند، می توانند در مجاورت هم فعالیت نمایند.



#### ۴-۵-۳- فضای تجهیزات

تعداد وانواع تجهیزات موجود در هر بخش نقش مهمی در برنامه ریزی جهت طراحی فضای آن بخش دارد. در این خصوص باید به مواردی نظیر ابعاد (طول، پهنا و ارتفاع)، وزن دستگاهها و همچنین میزان ولتاژ و آمپر و لوله کشی های مورد لزوم (مندرج در کاتالوگ دستگاه) توجه گردد. گاهی سازندگان دستگاه، تخصیص میزان فضای بیشتری از ابعاد دستگاه را جهت عملکرد مناسب آن توصیه می نمایند که این مسئله را باید لحاظ نمود. دسترسی آسان به پشت و کناره های دستگاه جهت نگهداری و تعمیرات و تهویه نیز می بایست در نظر گرفته شود.

#### ۴-۵-۴- میزبندی و مبلمان آزمایشگاه

۱- نوع، تعداد، نحوه قرار گیری و کیفیت میزبندی و مبلمان آزمایشگاهی مستقیماً بر روی عملکرد کارکنان اثر دارد.

۲- از لحاظ کمی باید متناسب با تعداد و عملکرد کارکنان بوده از لحاظ کیفی نیز ظاهر، اندازه و کارایی مناسب داشته باشند.

۳- طراحی مبلمان باید به نحوی باشد که با در نظر گرفتن شرایط موجود و پیش بینی نیازهای آینده، در صورت ضرورت امکان حرکت دادن، خارج نمودن و تعویض آنها وجود داشته باشد. ( برای مثال می توان از کابینت های چرخ دار و متحرک استفاده نمود )

۴- مبلمان آزمایشگاه می بایست برای کاربری عمومی طراحی شود تا همه کاربران براحتی و با ایمنی کامل از آنها استفاده نمایند. تفاوت قد کارکنان آزمایشگاه برای تعیین ارتفاع میزها می بایست مدنظر باشد و همچنین تا حد امکان از صندلیها و یا کابینت های با قابلیت تنظیم ارتفاع استفاده شود.

۵- ارتفاع میز کار برای حالت نشسته ۷۵ سانتیمتر، برای حالت ایستاده ۹۰ سانتیمتر و عمق آن ۷۵-۶۰ سانتیمتر می باشد.

- ۶- فضای بین میزهای کاری جهت رفت و آمد کارکنان حداقل ۱۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته می شود.
- ۷- ابعاد میزهای کامپیوتر و صندلیها می بایست به اندازه ای باشد که کاربران هنگام استفاده راحت باشند.
- ۸- سطوح کاری باید متناسب با نوع کار، به حرارت ، اسید، قلیا، رنگها و حلالهای ارگانیک ، فشار و یا ضربه مقاوم باشند (برای اطمینان از کیفیت و مقاومت آنها ، می توان قطعه ای از آن را در طول شب در معرض موارد اشاره شده قرار داد و سپس میزان صدمه و امکان تمیز کردن آن را بررسی نمود).
- ۹- در انتخاب جنس صفحات ، می بایست امکان رشد عوامل میکروبی در شیارها، درزها و خلل و فرج در نظر گرفته شود. لبه های خارجی این صفحات می بایست حتی المقدور گرد باشند تا باعث صدمه به کارکنان نشوند.
- ۱۰- کابینت ها و قفسه ها ، بعنوان بخشی از فضای انبارش ، باید به تعداد کافی در آزمایشگاه موجود بوده و نسبت به مواد شیمیایی، زنگ زدگی و فرسودگی مقاوم باشند، کابینت ها و قفسه های دیواری باید با استحکام به دیوار نصب شوند و دسترسی به وسایل داخل آنها به آسانی انجام پذیرد و میزان انباشتگی، متناسب با قابلیت تحمل وزن در آنها باشد.



#### ۴-۵-۵- فضای انبارش

شامل قفسه ها ، کابینتها ، یخچالها و فریزرها می باشند.

تعیین حداقل مواد و اقلامی که در یک زمان وجودشان در آزمایشگاه لازم است، نقش مهمی در تخمین فضای مورد نیاز برای انبارش دارد. این امر به عوامل گوناگونی نظیر نوع خدمات آزمایشگاهی (دستی یا اتوماسیون ، طیف آزمایشهای انجام شده، حجم آزمایشها، فضای کلی آزمایشگاه، تعداد کارکنان، پیچیدگی فرآیندهای کاری و... بستگی دارد. مدت زمانی که طول می کشد تا سفارشات مختلف از تولیدکنندگان یا توزیع کنندگان به آزمایشگاه برسد را نیز باید مد نظر قرار داد.

بطور کلی می توان بین ۷-۵٪ مساحت خالص آزمایشگاه و یا ۱۷-۱۲٪ آن را با احتساب استفاده از فضای داخل کابینت ها و قفسه ها، به انبارش اختصاص داد. تعیین فضای انبارش می بایست به نحوی باشد که حتی المقدور در صورت لزوم قابلیت گسترش داشته باشد علاوه بر فضای کافی، شرایط محیطی مناسب برای انبارش اقلام آزمایشگاهی باید فراهم شود و مسئول فنی آزمایشگاه باید اطمینان یابد که کلیه اقلام موجود در آزمایشگاه در شرایط صحیح از نظر دما، رطوبت، نور، تهویه، ایمنی و... مطابق توصیه سازنده، نگهداری و انبار می شوند.

از نظر دمای نگهداری اقلام ، انبارش به دو قسمت یخچالی/ فریزری و غیر یخچالی تقسیم می شود:

#### ۴-۵-۵- الف- انبار یخچالی/فریزری :

شامل اقلام آزمایشگاهی که در دمای یخچال یا فریزر نگهداری می شوند .

۱- مسئول فنی آزمایشگاه می بایست از میزان مواد مصرفی نگهداری شده که احتیاج به دمای یخچال و یا فریزر دارند آگاه بوده و فضای لازم جهت انبارش آنها را فراهم نماید.

۲- یخچالها و فریزرهای آزمایشگاه باید در محل مناسب با سطح ثابت، بدون لرزش و بدون تابش مستقیم نور خورشید قرار گیرند.



۳- دمای مناسب یخچالها و فریزرها می بایست کاملاً تحت کنترل باشد. دمای یخچال ها بین ۸-۲ درجه سانتیگراد و دمای فریزرها ۲۰- درجه و کمتر باید حفظ گردد.

#### ۲-۵-۵-ب- انبار غیر یخچالی

شامل اقلام آزمایشگاهی که عموماً در دمای اطاق نگهداری می شوند .

دمای اطاق به معنای دمای بین ۲۶-۱۸ درجه سانتیگراد است. این دما با در نظر گرفتن زمان هایی که سیستم های گرمایشی و یا سرمایشی خاموش هستند ( مثلاً در ایام تعطیل ) می بایست کاملاً تحت کنترل باشد. چون بسیاری از تجهیزات آزمایشگاهی، یخچالها و فریزرها و..، حین کار ایجاد حرارت قابل ملاحظه ای مینماید، توجه به اندازه بخشها و تعداد تجهیزات اشاره شده موجود در آنها، برای کنترل دما و تعیین تهویه مناسب، ضروری می باشد.

۱- ماهیت و حجم مواد نگهداری شده بر نحوه انبارش اثر دارند، بطورمثال شرایط نگهداری اسیدها، حلال های ارگانیک، محلول های خورنده، گازهای فشرده، ترکیبات واکنش پذیر، مواد رادیواکتیو یا مواد بالقوه مخاطره آمیز می بایست از لحاظ ایمنی استاندارد باشد . این مواد در کمد ها یا قفسه های مجزا، یا بر روی زمین یا طبقات پایین قفسه ها و در صورت زیاد بودن حجم، در فضای دورتر از فضای اصلی آزمایشگاه نگهداری می شوند.

۲- آزمایشگاههایی که با مواد مخاطره آمیز سروکار دارند و این مواد را در حجم های زیاد نگهداری می کنند، علاوه بر تامین فضای مناسب برای نگهداری، می بایست سیستم تهویه مناسب نیز برای محل نگهداری این مواد تعبیه نمایند.

۳- باید تمهیداتی جهت پیشگیری و مقابله با آتش سوزی در انبار وجود داشته باشد.

۴-۶- احتیاطات لازم در مورد وسایل شیشه ای، ظروف پلاتینی، گازها و الکتریسیته

## ۴-۶-۱- وسایل شیشه‌ای

این وسایل شکننده هستند. شیشه ممکن است به علت کشش داخلی ناگهان شکسته شود و وجود این کشش ممکن است به علت عدم حرارت کافی به شیشه در ضمن ساخت آن باشد. شکسته شدن شیشه به سبب نقص عمل سوار کردن آن به دستگاه نیز اتفاق می‌افتد. هنگام جابجائی و تمیز کردن شیشه نباید خراش به آن وارد گردد.

فلاسک شیشه‌ای، بشر و یا بطری ممکن است در اثر تمرکز حرارت زیاد در یک نقطه آن بشکند. مثلاً در اثر تمرکز مخلوط «شعله بدون درخشش» در ته فلاسک شیشه‌ای سبب شود که شیشه بشکند. بطریهای ضخیم و فلاسک‌های حجیم مدرج نباید حرارت داده شوند. به همین دلیل محلول‌ها نباید در ظروف مدرج گرم شوند زیرا گرمای محلول ممکن است سبب شکسته شدن و یا تغییر حجم آنها شود. نمونه اینگونه صدمات ممکن است به شرح زیر اتفاق افتد:

مسئول تهیه محلول می‌خواهد محلول غلیظ از هیدروکسید سدیم (NaOH) تهیه نماید. برای اینکار هیدروکسید سدیم جامد را در بطری ریخته (این اولین خطای اوست) و مقدار معینی آب در داخل آن می‌ریزد بعد درب بطری را می‌بندد (دومین خطا) و شروع به تکان دادن محلول می‌نماید. بطری را در مقابل چشم خود نگهداشته تکان می‌دهد (سومین خطا). حرارت ایجاد شده محلول فشار زیادی را در بطری سربسته ایجاد می‌کند بطوری که بطری می‌شکند و محلول غلیظ و داغ هیدروکسید سدیم به صورت و چشم مسئول پاشیده می‌شود و نتیجه آن کوری کامل وی می‌گردد.

به تهیه کنندگان محلول باید آموزش داده شود که هیدروکسید سدیم باید در بشر شیشه‌ای سرباز (که در برابر حرارت مقاوم است) با آب و بوسیله هم‌زن شیشه‌ای مخلوط گردد.

حتی عمل ساده حل کردن هیدروکسید سدیم در آب ممکن است در اثر بی‌تجربگی سبب زیان مرگ‌بار گردد. با وجودیکه از خطاها جلوگیری به عمل می‌آید ممکن است وسایل شیشه‌ای تصادفاً بشکند بنابراین قدمهای احتیاطی لازم باید برداشته شود تا خطرات به حداقل برسد. دیسیکاتور خلاء بطریهای «وولف» فلاسک‌های دوجداره «دوار» و دستگاه‌های شیشه‌ای تقطیر در خلاء باید دارای حفاظ عایق باشند تا در اثر شکستن صدمه‌ای به اشخاص وارد نیاید. پس از اتمام عمل تقطیر در خلاء قبل از تخلیه باید دستگاه را سرد نمود. دستگاه تقطیری که محتوی مایع قابل اشتعال است باید در سینی فلزی لبه دار قرار داده شود تا در صورت شکسته شدن شیشه و شعله‌ور شدن، مواد قابل اشتعال روی میز یا کف آزمایشگاه پخش نشود تا بتوان به سهولت آنرا خاموش نمود. کف سینی باید از ماسه ریز پوشیده شود و قاشقک کوچکی در کنار ظرف شن گزارد شده تا بتوان ماسه را روی شعله ریخت و آنرا خاموش کرد. در صورتیکه گاز زیان‌آور و تحریک کننده در عمل تشکیل شود، دستگاه باید در گنجه تهویه گاز قرار گیرد. دستیار هر آزمایشگاه باید در ساخت دستی وسایل شیشه‌ای آزمایشگاه (شیشه‌گری) آموزش لازم شامل قطع کردن و حرارت دادن لوله‌های شیشه‌ای و جاسازی کردن لوله‌ها در چوپ پنبه و درپوشهای لاستیکی سوراخ دار، باریک کردن لوله‌های شیشه‌ای و خم کردن آنها را دیده باشند. وقتی کارگاه شیشه‌گری در دسترس آزمایشگاه باشد مزیتی است که می‌توان وسایل شیشه‌ای آزمایشگاه را به کمک شیشه‌گر ماهر تهیه نمود. ظروف شیشه‌ای قبل از شیشه‌گری باید کاملاً تمیز گردد.

#### ۴-۶-۲- بکارگیری ظروف پلاتینی

گرچه بکارگیری غیر صحیح وسایل و ظروف پلاتینی بی‌خطر است ولی آسیب‌دیدگی آن به علت گرانی قیمت پلاتین بار سنگینی برای بودجه آزمایشگاه محسوب می‌شود. نگاهداری و مواظبت از ظروف پلاتینی باید طبق دستور و یادداشت‌های مربوطه انجام شود.

۴-۶-۲-۱- موادی که به ظروف پلاتین صدمه وارد می‌کنند

تعدادی از مواد به ظروف پلاتین خسارت وارد می‌کنند. مقدار اندکی (در حدود چند دهم میلی‌گرم) از بعضی عنصرها کافیسست که بوته یا جام پلاتین را خراب کنند. موادی که سبب خسارت ظروف پلاتین می‌شوند عبارتند از:

(a) اغلب فلزها در دمای بالا با پلاتین ترکیب و آلیاژهای مختلف تشکیل می‌دهند این آلیاژها دارای دمای ذوب کمتر از دمای ذوب پلاتین بوده و سبب سوراخ شدن ظروف پلاتین می‌شوند.

(b) اغلب ترکیبات فلزی از قبیل اکسید فلزهای قابل کاهشو نمک فلزها وقتی در ظروف پلاتین حرارت داده شوند در مجاورت ماده آلی (مانند کاغذ صافی یا شعله آتش) کاهش یافته و فلز کاهیده شده با پلاتین آلیاژ تشکیل می‌دهد.

(c) گاز هیدروژن به علت کوچکی اتمها در پلاتین حرارت دیده و سرخ شده نفوذ می‌کند و سبب سوراخ شدن آن می‌گردد. قسمت آبی شعله مخروطی شکل چراغ بنزن نباید مستقیماً به بوته یا جام پلاتین بتابد.

(d) فسفر و آرسنیک در اثر تبلور داخلی سبب خوردگی پلاتین می‌شوند. حتی مقدار بسیار کم فسفر برای پلاتین خسارت بار است. پلاتین در اثر خاکستر کردن مواد آلی که محتوی فسفر است به سرعت صدمه می‌بیند همچنین در اندازه‌گیری منیزیم و فسفات‌ها. تاکنون حدود ۰.۸٪ ظروف پلاتین صدمه دیده در اثر تماس با فسفر بوده است. پلاتین در مقابل مقدار زیادی عنصرهای دیگر و مواد شیمیائی مخصوصاً کلر آزاد (تیزاب سلطانی وجود هر نمک همراه اکسید کننده‌ها) و هیدروکسید فلزهای قلیایی، کربنات‌ها، سولفیدها، سیانیدها و تیوسیانات در دمای بالا صدمه می‌بیند. اثرزغال و گازهای کاهنده و گوگرد و گازهای گوگرد دار به نظر بی‌اهمیت می‌آیند.

ظروف پلاتین باید با سولفات هیدروژن پتاسیم مذاب آغشته شود و پس از شستشو خشک گردد. در اثر عمل مکانیکی نباید خسارت به پلاتین وارد آید.

۴-۶-۲-۲- مقررات برای استفاده از ظروف پلاتینی

بوته‌های پلاتینی نباید برای سرخ کردن و خاکستر کردن موادی که محتوی فسفر و ترکیبات فسفری هستند به کار برده شوند. این در صورتی است که جلوگیری از عمل کاهش صورت نگرفته باشد. مثلث فلزی نباید زیر بوته پلاتین قرار گیرد، انبرک فلزی و حمام‌های آبی نباید با پلاتین تماس داشته باشند.

انبرک‌هایی که نوک آنها با عاج پوشیده شده باشد و یا با چرم شامپو مجهز شده باشد برای نقل و انتقال پلاتین مانعی ایجاد نمی‌کنند ترکیبات فلزی که به آسانی کاهش می‌یابند (اکسیدها و نمک‌های فلزات سنگین از قبیل سرب و نقره و قلع و انتیموان و بیسموت و مس) و یا ترکیبات آرسنیک نباید در ظروف پلاتین حرارت داده شوند. تغییر ناگهانی حرارت روی ظروف پلاتین ممکن است سبب ترک خوردن آنها شود.

برای تمیز کردن ظروف پلاتین مقدار کمی سولفات هیدروژن پتاسیم در آن ریخته حرارت می‌دهند تا ذوب شود و پس از برگرداندن ماده ذوب شده در ظرف و سرد کردن، آنرا در آب مقطر جوش فرو می‌برند تا در آب حل شده و پلاتین تمیز گردد.

برای جلوگیری از صدمات مکانیکی به ظرف پلاتین ممکن است با کارگذارن قالب چوبی در داخل ظرف، آنرا محافظت نمود.

املاح ذوب شده و چسبیده به داخل ظرف نباید با اضافه کردن حلال و گرم کردن روی حمام آبی بر طرف شوند. بوته را نباید حرارت داد تا املاح آن ذوب شوند بلکه باید کمی صبر نمود تا بوته داغ شود و با اضافه کردن آب مقطر و کمی حرارت دادن و بوته املاح را از ظرف جدا ساخت. همچنین می‌توان ماده

ذوب شده جامد را حرارت داد تا مایع شود و بعد سیم پلاتینی را داخل مایع فرو برد و اجازه داد تا مایع سرد شود بعد اگر سیم پلاتین با کشیدن از بدنه جدا نشد آنرا کمی حرارت می‌دهند تا سطح خارجی ذوب و از بدنه جدا شود. با تهیه آلیاژی از پلاتین و فلزات معین (ایریدیم، نیوبیم، تانتال، اسمیم) آلیاژ مقاومیدست می‌آید که در مقابل مواد شیمیائی مانند فسفر و آرسنیک مقاومت زیادی نشان می‌دهد.

#### ۴-۶-۳- گازهای سوختنی

اغلب گازها سمی هستند و باید از نشت آنها جلوگیری کرد. شایسته است که در هر آزمایش، در سر راه گاز اصلی شیری جداگانه نصب شود تا اگر نشتی اتفاق افتاد بدون خطر بتوان رفع عیب کرد. گازهایی که شعله درخشانی ندارند مانند چراغ‌های «بَنَزِن» و «مِکِر» دیدن شعله آنها در روز مشکل است بنابراین چراغی که روشن است نباید کنار میز قرار گرفته باشد و چراغهایی که به آنها احتیاجی نیست باید خاموش شوند. مخلوط گاز با هوا با اکسیژن مخلوطی قابل انفجار است که ممکن است نتایج ناگواری به بارآورد قبل از بستن درب آزمایشگاه کلیه شیرهای گاز باید بسته شوند. لوله لاستیکی متصل به شیرگاز ممکن است ترک بخورد و نشت کند یا اینکه از محل اتصال به شیرگاز جدا شود و گازی که با هوا مخلوط شد با ایجاد جرقه‌ای، سبب ایجاد انفجار شدیدی می‌شود بنابراین قبل از ترک آزمایشگاه کلیه سویچ‌های برق که ضد شعله نیستند باید قطع گردند.

اگر بوی گاز در محل استشمام شود کبریت نباید روشن شود و فوراً باید محل را با باز کردن درب و پنجره‌ها تهویه نمود و تمام شیرهای گاز باید بازرسی شوند. نشت گاز بوسیله بو و یا با مایع صابون باید تشخیص داده شود ولی نباید با شعله آنرا تشخیص داد.

قبل از حرارت دادن دستگاه بوسیله گاز سوخت باید مطمئن بود که هوای اطراف کاملاً جابجا شده و خطر انفجار وجود ندارد. نمونه‌گیری از محوطه آلوده با گاز باید عملی گردد و نتیجه آن در آزمایشگاه اگر قابل

انفجار بود معلوم گردد. اگر جواب آزمایش منفی بود می توان گاز را روشن نمود. همین احتیاط را هنگامی که دستگاه اندازه گیر گاز بکار برده می شود باید رعایت نمود تا انفجاری رخ ندهد.

خطرات دیگری غیر از آنچه در فوق گفته شد در ضمن استفاده از گاز سوخت وجود دارد. وقتی گازی در اطاق کوچکی که راه خروج به هوای آزاد ندارد، روشن باشد اکسیژن فضای اطاق کم می گردد و مقدار دی اکسید کربن و بخار آب در اطاق بالا می رود چنین فضایی برای سلامتی انسان زیان آور است. به علاوه وقتی اشتعال به صورت کامل انجام نشود گاز بسیار سمی مونواکسید کربن (CO) به مقدار کافی تشکیل می شود. علامت آن هنگامی که شعله چراغ گاز کوتاه می شود و از حال تعادل خارج می گردد و یا هنگامیکه «شعله بدون درخشش» با جسم سردی برخورد کند (مثلاً برخورد با بشر آب سرد) که دمای آنرا از دمای نقطه اشتعال پائین تر می آورد تولید گاز CO می نماید. تنظیم خوب اشتعال هنگامی است که نوک مخروط داخلی شعله آبی رنگ باشد و از جسم گرم شونده کمی فاصله داشته باشد.

بعضی اوقات داخل ظرف واکنش گاز قابل اشتعال و یا مخلوط گاز قابل انفجار و هوا می تواند تشکیل شود. اگر ظرف شیشه ای ترک بخورد مخلوط گاز و هوای داخل ظرف سبب آتش سوزی می شود.

#### ۴-۶-۴- خطرات برق

دستگاه های برقی ممکن است از طرفی تولید آتش سوزی و انفجار کنند و از طرف دیگر سبب برق گرفتگی اشخاص شوند. معمولاً الکتریسیته ساکن منشاء آتش سوزی و انفجار در حین نقل و انتقال مایعات غیرهادی قابل انفجار و مواد دیگر قابل انفجار می باشد.

#### ۴-۶-۴-۱- برق گرفتگی

سیم‌های هادی برق‌دار سبب تولید خطرات حتمی می‌گردند. بدن هر شخص به عنوان آمپر متر حساس عمل می‌کند. مقاومت بدن انسان در مقابل برق در افراد مختلف و موقعیت‌های مختلف متفاوت است. در مقابل کوچکترین جریان برق بدن انسان عکس‌العمل نشان می‌دهد. اثر جریان برق متناوب جدی‌تر است. اگر میانگین جریان برق متناوب ۶۰ سیکل تا ۱۰mA (میلی‌آمپر) باشد بدن آنرا احساس می‌کند. اگر جریان برق ۶ الی ۹ mA در بدن جاری شود قابل تحمل است. بالاتر از این مقدار سبب گرعتگی عضلات می‌شود که در این حال مصدوم نمی‌تواند حرکت عضلانی خود را کنترل کند. در جریان برق ۲۵ mA تنفس مشکل و شاید غیرممکن می‌باشد و حالت خفگی دست می‌دهد و دستگاه تنفسی از کار می‌افتد، در این وضعیت مصدوم را می‌توان با تنفس مصنوعی مداوم نجات داد.

#### ۷-۴- هودهای آزمایشگاهی Laboratory Hoods

هود آزمایشگاهی فضایی است که به منظور محصور سازی و تخلیه بخارات، فیومها و میست‌های تولید شده در حین کار با مواد شیمیایی استفاده می‌گردد و باعث حفاظت افراد در برابر مواد شیمیایی می‌گردد و انواعی از آن نیز محافظت فرد را در برابر عوامل بیولوژیکی تأمین می‌کنند. معمولاً طرف باز از یک صفحه شفاف تشکیل شده است که امکان دید را برای فرد تأمین می‌کند.

#### ۷-۴-۱- انواع مختلف هودهای آزمایشگاهی

- هودهای مخصوص فیوم CHEMICAL FUME HOODS
- هودهای ایمنی بیولوژیکی BIOLOGICAL SAFETY HOODS

#### ۷-۴-۱-۱- انواع هودهای آزمایشگاهی مخصوص فیوم



- هودهای معمولی مخصوص فیوم ها
- هودهای مخصوص فیوم مجهز به راه فرعی (by pass)
- هودهای مخصوص فیوم مجهز به هوای کمکی
- هودهای بزرگ (Walk-in)
- هودهای مخصوص فیومهای رادیواکتیو
- هودهای مخصوص فیومهای پرکلریک اسید
- هودهای اسلات
- هودهای کنوپی
- هودهای بدون کانال





#### ۴-۷-۱-۲- هودهای معمولی مخصوص فیومهای شیمیایی (CHEMICAL FUME HOODS)

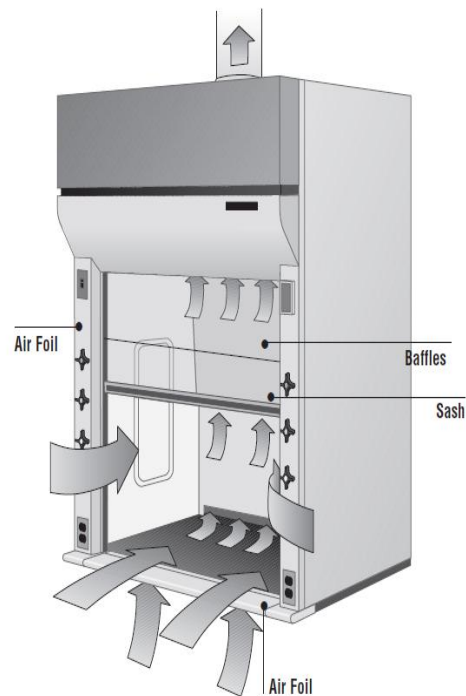
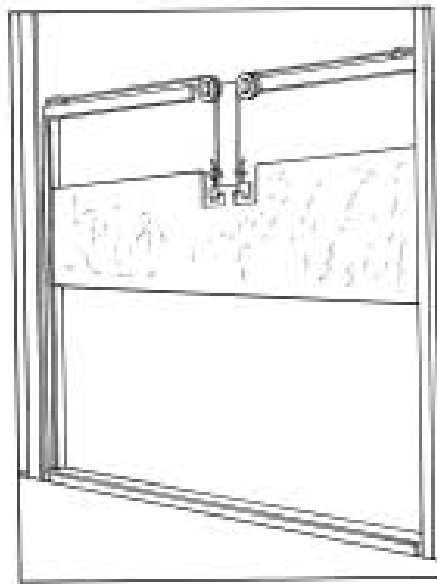
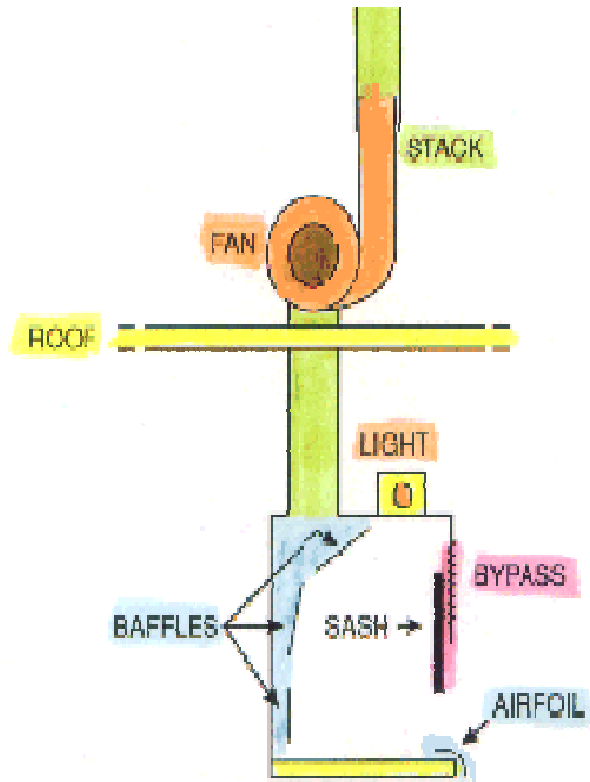
- این هودها برای حفاظت کارگران در برابر مواد سمی یا مواد شیمیایی خطرناک استفاده میشوند.
- ۱۰۰٪ هوا به بیرون تخلیه میشود.
- هوا برگشت داده نمیشود (سیرکوله نمیشود).
- بافلهای پشتی باید برای کار با مواد شیمیایی با درجه حلالیت و دانسیته بخار مختلف تنظیم شوند.
- بهتر است که تمام هودهای مخصوص فیومها مجهز به آلارم یا نشانگر جریان هوا باشند تا نشان دهد که درست کار میکند یا خیر.

- سرعت در دهانه هودهای مخصوص فیومها باید در حد  $80-100$  fpm باشد. هیچگاه فکر نکنید که هود شما همیشه درست کار میکند. علائم نشانگر را چک کنید. با استفاده از یک تکه کوچک کاغذ میتوانید امتحان کنید ببینید آیا به سمت هود کشیده میشود. اگر درست کار نکرد با مواد شیمیایی سمی و خطرناک زیر آن کار نکنید.



۴-۷-۱-۳- اجزاء هود مخصوص فیوم

- Hood Body
- Sash
- Baffle
- Bypass
- Airfoil
- Fan
- Stack



Sash Weight Release

۴-۷-۲- عملکرد مکانیکی هودها / How Hoods Function Mechanically

• بدنه اصلی - حجم هود

- کف هود، سیستم الکتریکی، سیستم گازکشی، آب، سینک و ...

- سیستم خروجی - جهت جریان هوا

- جریان هوا باید آلاینده ها را از اپراتور دور نماید.

- فیلتراسیون - گرفتن آلاینده ها

- شامل گازها یا ذرات.

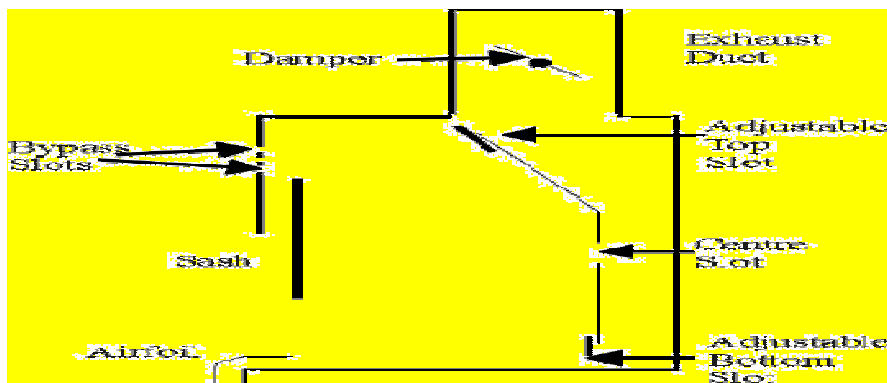
- درب هود (Sash) - پنجره کشویی هود

- پایه هود (Sill) - لبه پایینی هود

۴-۷-۲-۱- طرز کار هودهای مخصوص فیوم

اصول کار در این هودها مشابه بقیه هودهاست؛ هوا توسط فن از قسمت جلویی هود به سمت داخل آن

کشیده میشود و به خارج از ساختمان هدایت میشود و یا ممکن است فیلتره شود و مجدداً به داخل اطاق

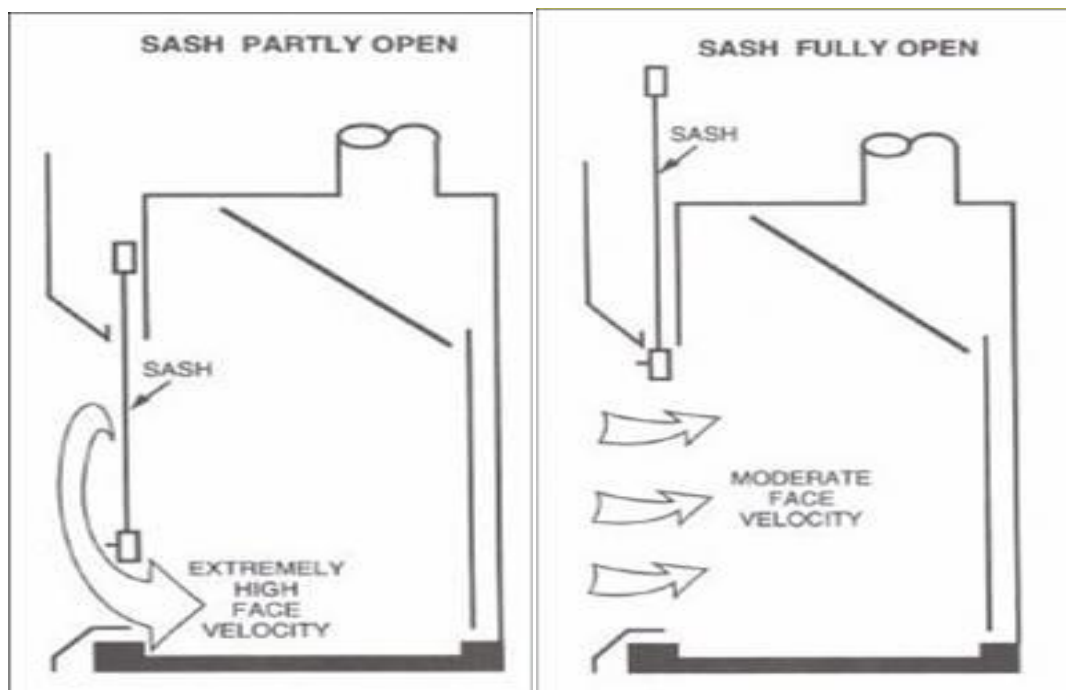


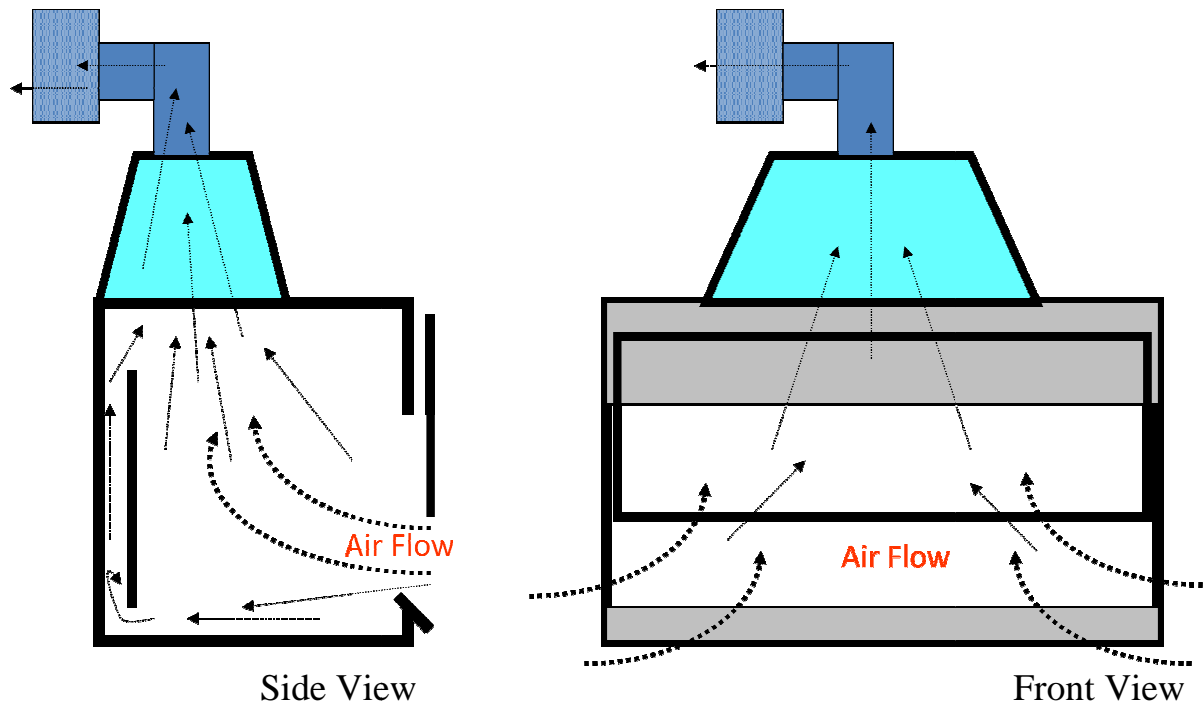
برگشت داده شود.

۴-۷-۲-۲- هود استاندارد مخصوص فیومها Standard Fume Hood

- حجم هوا ثابت

- دارای اجزاء کم
  - برای حفاظت عمومی استفاده میگردند.
  - سرعت در دهانه هود با ارتفاع درب هود نسبت معکوس دارد.
- هرچه ارتفاع درب کمتر باشد، به همان نسبت سرعت جریان هوا بیشتر خواهد بود.





۴-۷-۲-۴- عملکرد دربهای هود

- دربهای افقی:

- حفاظت کامل را در قسمت جلویی تأمین می کند.

- دربهای عمودی:

- فقط به همراه دربهای افقی مجاز به استفاده از این نوع درب هستیم.

- مجهز به یک آلارم می باشد.



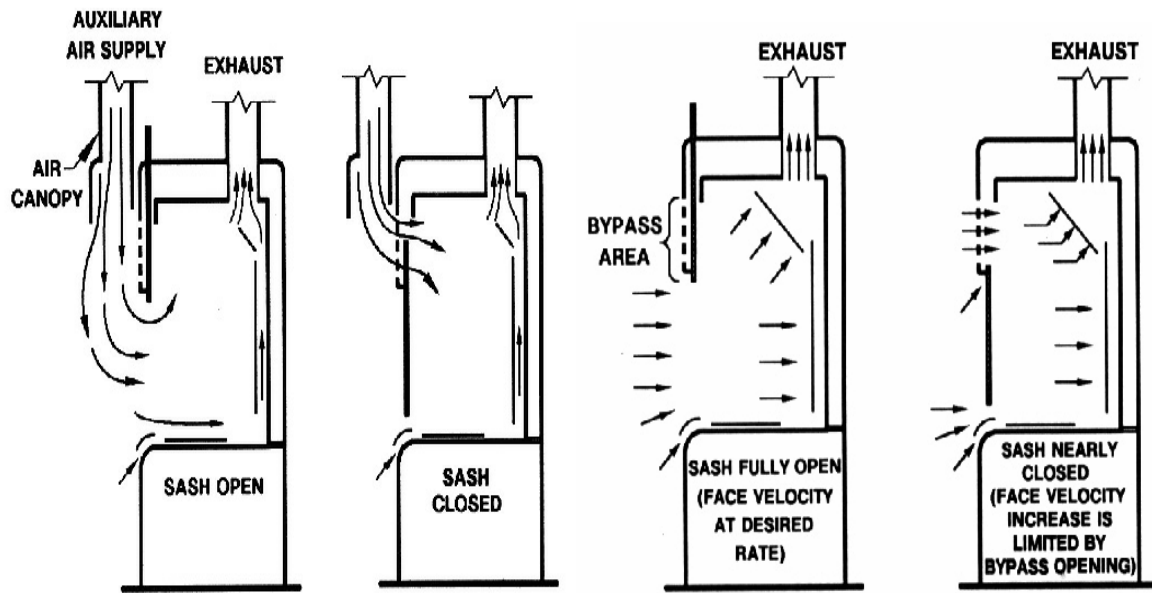
#### ۴-۷-۲-۵- نکات مهم در خصوص درب هود

- درب هود را تا اندازه ای باز کنید که سرعت جریان لازم در دهانه هود برقرار باشد.
- درب هود را طوری تنظیم کنید که شما را در برابر پاشیدن مواد محافظت کند.
- هیچگاه درب یک هود بدون راه فرعی را بطور کامل نبندید. حداقل به اندازه ۵ سانتیمتر درب آن را باز بگذارید؛ بخصوص وقتی که در داخل هود مواد قابل اشتعال وجود داشته باشد.





## By-pass hood Auxiliary air hoods



## ۴-۷-۲-۶- نکات مهم در خصوص درب هود

- تمام کارها حداقل در فاصله ۱۵ سانتیمتری در داخل هود انجام دهید. در قسمت جلویی دهانه هود قدرت ربایش هود ممکن است که ۱۰۰٪ نباشد.
- زمانیکه مواد شیمیایی در داخل هود وجود دارد، هرگز سر خود را به داخل هود مخصوص فیوم نبرید.



#### ۴-۷-۲-۷- عملکرد بافلها

- **Open** - در شرایطی که حداکثر بار حرارتی را داشته یا آلاینده ها سبکتر از هوا باشند بافل را در وضعیت باز قرار دهید.
- **Normal** - در شرایطی که بار کاری در حد متوسط بوده و کارهای معمولی انجام می گیرد بافل را در وضعیت نرمال قرار دهید.
- **Closed** - در شرایطی که فیومها در سطح کار تولید شده و یا آلاینده ها از هوا سنگین تر هستند بافل را در وضعیت بسته قرار دهید.



#### ۴-۷-۲-۸- دو نوع آلارم در هودهای مخصوص فیوم

- آلارم سرعت جریان هوا
- در قسمت بالا و سمت چپ هود قرار می گیرد.
- آلارم وضعیت درب هود

- در قسمت بالا و سمت راست هود قرار می گیرد.



### آلارم سرعت جریان هوا

- وقتی که سرعت جریان هوا به کمتر از ۷۰ fpm برسد آلارم میزند.
- چراغ سبز - نشانه صحیح بودن سرعت جریان هواست.
- چراغ زرد - نشانه در حد مرز بودن سرعت جریان هواست.
- چراغ قرمز - نشانه این است که هود درست کار نمیکنند و از آن استفاده نکنید.
- نشانگر دیجیتالی = سرعت را برحسب فوت بر دقیقه نشان میدهد.

### آلارم وضعیت درب هود

- وقتی که درب هود به سمت بالا کشیده شود آلارم میزند.

- این آلارم به اپراتور اجازه میدهد که وضعیت افقی درب هود را چک کند.
- وقتی که درب هود به ارتفاع بالاتر از ۱۱ اینچ (۲۸ سانتیمتر) برسد آلارم میزند.

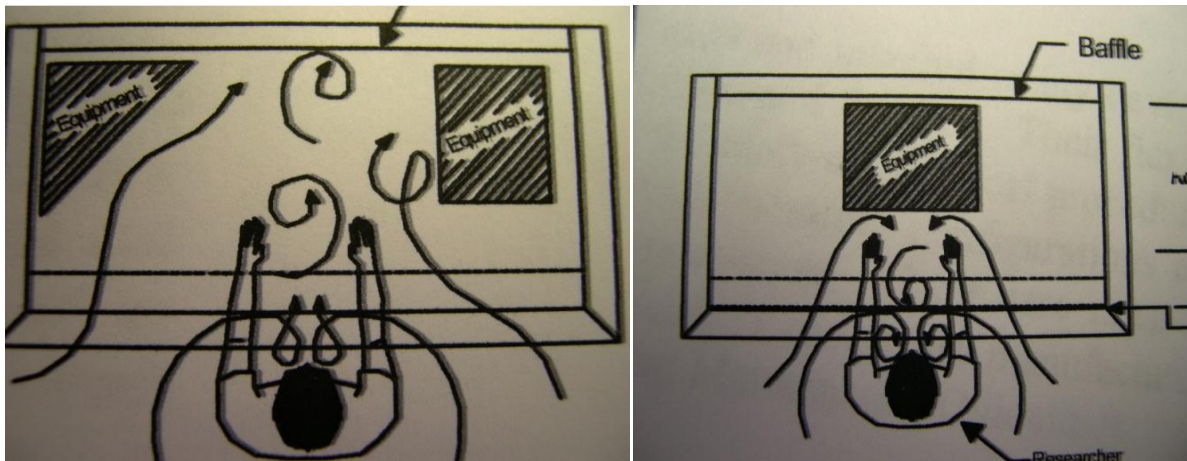


#### ۳-۷-۴- راهنمای ایمنی در کار با هود

- (a) محل مناسب استقرار وسایل و تجهیزات
- (b) محل استقرار اپراتور و حرکات او
- (c) موقعیت قرار گیری دربهای افقی و عمودی هود

#### ۴-۷-۳-۱- محل مناسب استقرار وسایل و تجهیزات

- محل قرار گیری وسایل و تجهیزات در داخل هود بر روی الگوی جریان هوا در هود تأثیر می گذارد.



#### محل مناسب استقرار وسایل و تجهیزات

- (۱) وسایل را تا جایی که می توانید در قسمت انتهایی هود قرار دهید و کمتر از ۲۰-۱۵ سانتیمتر با لبه درب هود فاصله نداشته باشند.
- (۲) لوازمی که در داخل هود قرار می گیرند ۵/۷-۵ سانتیمتر بالاتر از سطح کار قرار داشته باشند تا جریان هوا از زیر آنها هم عبور کند.
- (۳) بعنوان یک قاعده کلی، نبایستی بیشتر از ۵۰٪ سطح کار در داخل هود توسط لوازم و تجهیزات و ... اشغال شود.
- (۴) سیمها و کابل های برق بایستی از داخل یک قطعه پلاستیکی به بیرون از هود عبور داده شود و به برق شهری وصل شود.



#### ۴-۷-۳-۲- محل استقرار اپراتور و حرکات او

۱. سر خود را خیلی نزدیک دهانه هود قرار ندهید.
۲. وقتی که گازها و بخارات و فیوم ها در داخل هود تولید می شوند، به آرامی کار کنید و دست خود را به آرامی از داخل هود خارج کنید. حرکت در نزدیکی دهانه باز هود **wake zone** ایجاد می کند که باعث می گردد تا آلاینده ها از داخل هود به بیرون هدایت شوند.
۳. از حرکت سریع دستها در نزدیکی دهانه باز هود بپرهیزید .

#### ۴-۷-۳-۳- موقعیت قرار گیری دربهای افقی و عمودی

۱. درب عمودی هود بایستی در پایین ترین حد ممکن قرار گیرد.
۲. تنها در موقع تنظیم هود درب آنرا در بالاترین وضعیت قرار دهید.
۳. در هودهایی که دارای دربهای مرکب هستند، در هنگامی که درب عمودی را باز می کنید پانلهای افقی را ببندید. (در این خصوص هودها مجهز به یک آلارم نشانگر هستند)
۴. در مواقعی که در داخل هود کار نمی کنید درب هود را ببندید.

#### ۴-۷-۴- چه مواردی را قبل از کار کردن با هود باید چک کرد؟

- ۱- برچسب بازرسی هود را نگاه کنید. هود بایستی در ۱۲ ماه گذشته تست شده باشد و عملکرد هود تأیید شده باشد. ( سالی یک بار بایستی توسط شرکت معتبر تست شود).

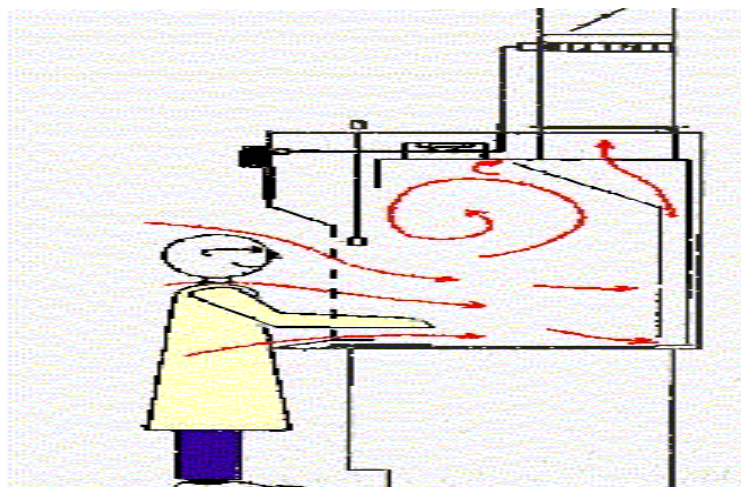
- ۲- چراغ آلامر هود را چک کنید. چراغ سبز بایستی روشن باشد. در غیر اینصورت ممکن است که دستگاه در وضعیت ذخیره انرژی (energy saving mode) قرار گرفته باشد؛ که در این صورت دبی هود به ۵۰ fpm کاهش می یابد. fpm= feet per minute.

- ۳- دبی خروجی هود یا سرعت جریان هوا در دهانه هود را چک کنید. سرعت جریان استاندارد  $10 \pm 100$  fpm می باشد.

#### ۴-۷-۵- کارایی بهینه Optimal Performance

برای اینکه هود ما بهترین کارایی را داشته باشد:

- باید هود در محلی نصب شود که تردد افراد در آنجا کم باشد.
- نشانگرهای دبی جریان هوا باید حرکت inward را نشان دهند.
- سرعت در دهانه هود بایستی در حدود ۱۰۰ fpm باشد.
- در سرعتهای بالاتر از ۱۲۵ fpm جریان توربلانت ایجاد می شود و باعث می گردد که آلاینده ها به بیرون از هود و به منطقه تنفسی افراد رانده شود.



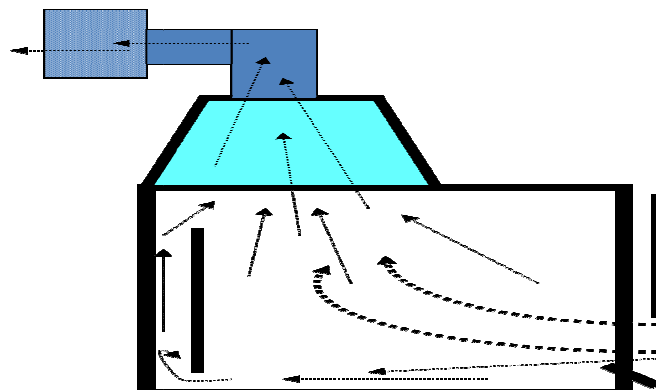


## ۴-۷-۶- رنگها و علائم تجهیزات داخل هود

SERVICES	DISC COLOR	IDENTIFICATION	LETTER COLOR
GAS	BLUE	GAS	WHITE
AIR	ORANGE	AIR	BLACK OR WHITE
VACUUM	YELLOW	VAC	BLACK
COLD WATER	GREEN	CW	WHITE
HOT WATER	RED	HW	WHITE
STEAM	BLACK	STEAM	WHITE
NITROGEN	BROWN	N2	WHITE

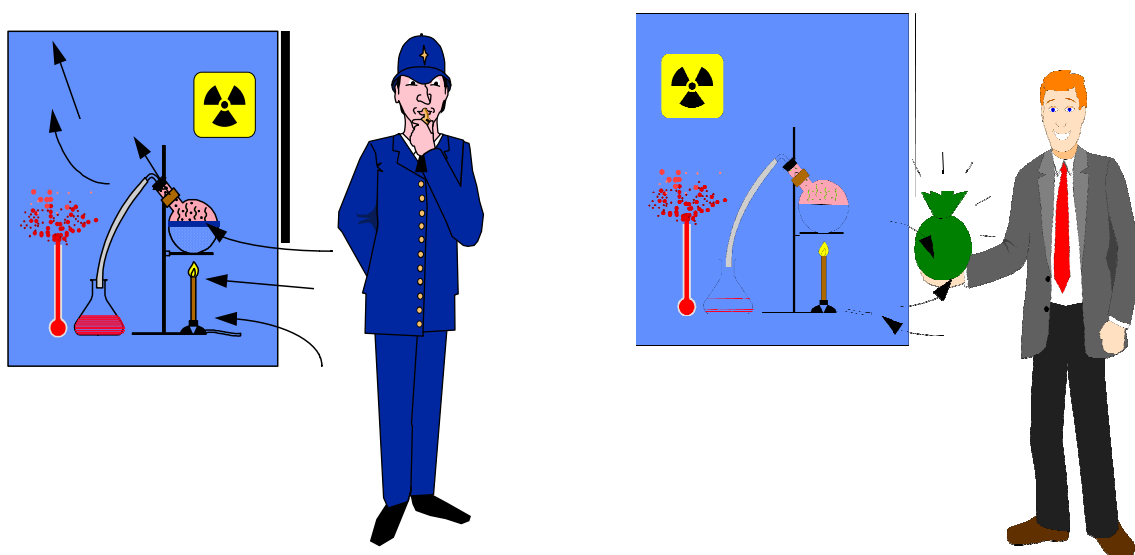
## ۴-۷-۷- صحیح بودن عملکرد هود را چک کنید

- سیرکولاسیون هوا در اطراف هود
- سرعت در دهانه هود (Face velocity)
- توربلانس در داخل هود



#### ۴-۷-۸- استفاده صحیح از هود

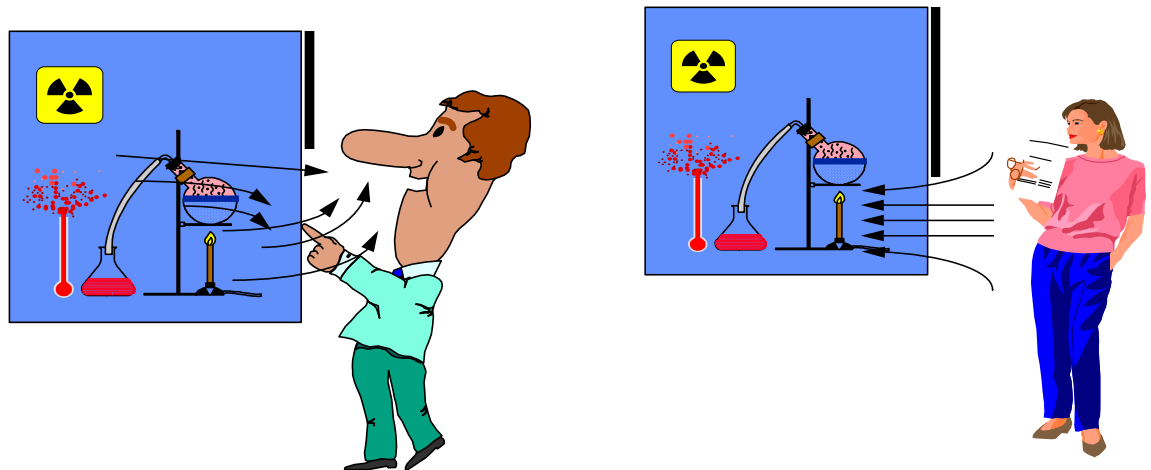
- چیزهایی که در جلوی هود در فاصله خیلی نزدیک قرار داشته باشند خطر رها شدن فیومها به منطقه تنفسی کارگران را افزایش میدهد.
- جریانهای گردابی (Eddy Currents) که در اثر حرکت کارگر ایجاد میشود میتواند مشکل را بیشتر کند.



- لوازم و مواد را حداقل در فاصله ۱۵ سانتیمتری از جلوی هود قرار دهید.
- از حرکت‌های ناگهانی در جلوی دهانه هود بپرهیزید.
- در صورتیکه درب هود بیش از حد باز باشد دبی هود در حد خطرناکی کاهش می یابد.
- در این صورت سرعت جریان هوا به اندازه کافی نخواهد بود تا از فرار فیومهای خطرناک جلوگیری کند.

- برای اینکه سرعت جریان هوا در دهانه هود بالاتر از ۱۰۰ فوت بر دقیقه باشد، در تمام اوقات دهانه هود کمتر از یک فوت مربع باز شود.

- هود بایستی از لحاظ نشتی کاملاً کنترل شده باشد تا فرار آلاینده ها به حداقل برسد.



#### ۴-۷-۹- بازرسی هود و آزمونهای عملکرد هود

- ASHRAE روشهای استاندارد برای تست کردن هودهای آزمایشگاهی دارد.
- بطور تصادفی یک نمونه از هودهای آزمایشگاهی را انتخاب کرده و آنرا از لحاظ نشتی و میزان سرعت ربایش تست کنید.

#### ۴-۷-۹-۱- آزمونهای عملکرد هود:

- آزمون سرعت در دهانه هود
- آزمون دود
- آزمون گاز ردیاب

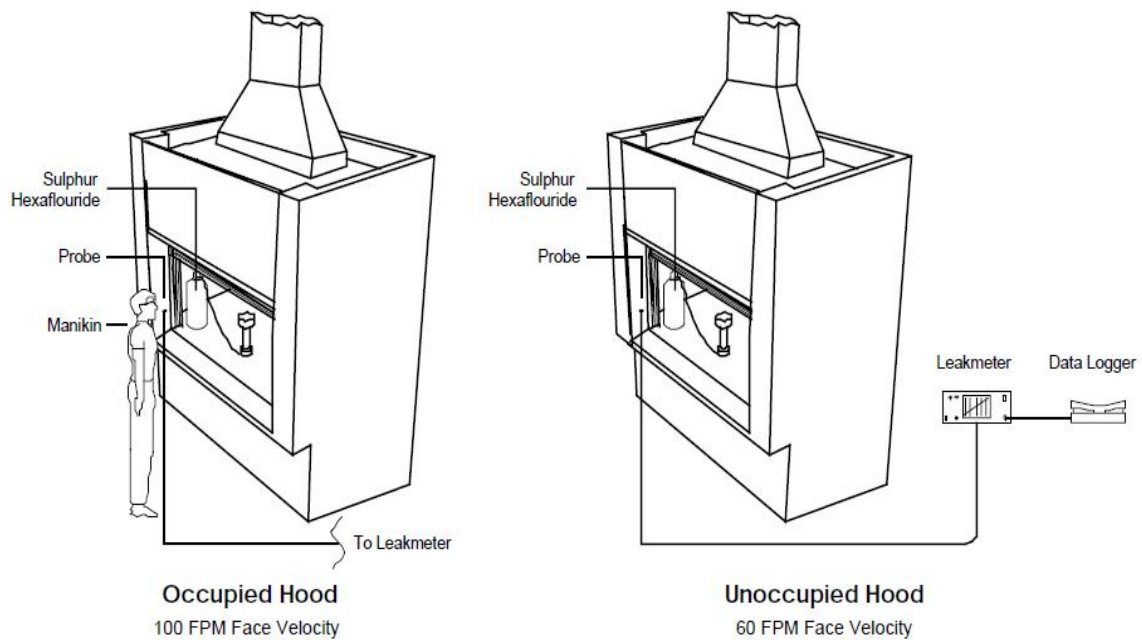
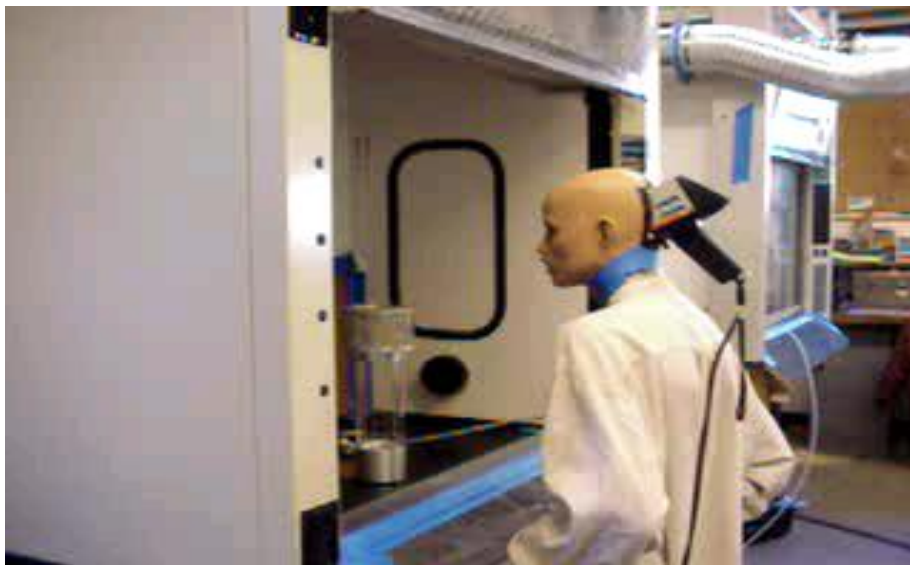


۴-۷-۹-۱-آزمون گاز ردیاب

- یک گازی مثل هگزا فلوراید گوگرد را به داخل هود ارسال نموده و غلظت آنرا در اطراف هود توسط یک اسپکتروفتومتر مادون قرمز یا یک وسیله آشکارساز الکترونیکی اندازه گیری کنید تا به این ترتیب میزان فرار گاز از داخل هود به هوای آزمایشگاه سنجیده شود. این دستگاهها قادر هستند که  $SF_6$  را در حد  $ppb$  شناسایی کنند.
- گاز  $SF_6$  را با دبی ۴ لیتر در دقیقه و در ارتفاع ۶ اینچ از سطح پنجره هود رها کنید.



- البته بهتر است در هنگام اندازه گیری یک مجسمه ای مشابه انسان در نزدیکی دهانه هود قرار دهیم تا چیزی شبیه به شرایط واقعی داشته باشیم.
- در ضمن نمونه برداری نیز میتواند از منطقه تنفسی آدمک انجام پذیرد. یعنی پرتاب نمونه برداری در فاصله ۳ اینچ از پنجره هود و ۲۶ اینچ از سطح کار قرار گیرد.



آزمون گاز ردیاب

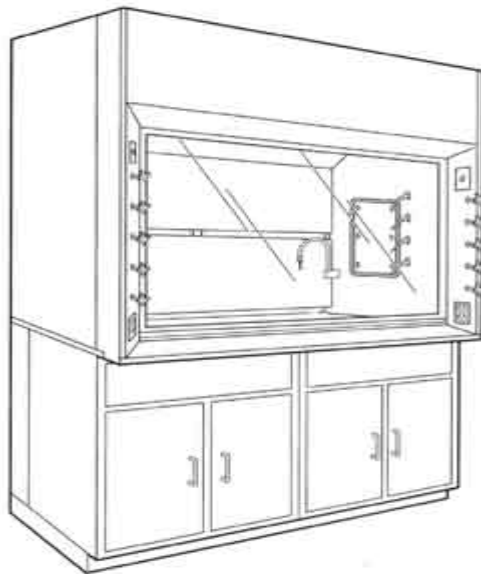
#### ۴-۷-۱۰- یک سری نکات ایمنی کار با هودها

- همیشه فن خروجی را روشن نگه دارید.
- از ایجاد فشار منفی در داخل اتاق آزمایشگاه جلوگیری شود.
- چیزی در جلوی بافلها قرار نداشته باشد. لوازم حجیم را از سطح کار خارج کنید.
- مواد ناسازگار را در کنار هم قرار ندهید.
- یادتان باشد که هرچقدر هود خالی باشد کارآیی بیشتری دارد؛ پس بعنوان محل نگهداری مواد از آن استفاده نکنید.
- مواد شیمیایی که در داخل هود ریخته شده اند را تمیز کنید.
- هیچگاه از هود برای دفع مواد شیمیایی استفاده نکنید.

#### ۴-۷-۱۱- هودهای مخصوص فیومهای رادیواکتیو

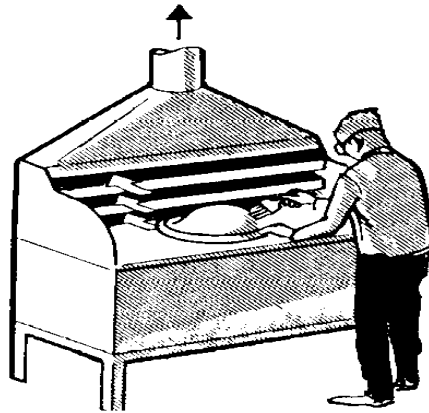
- این هودها برای حفاظت کارگران در برابر مواد رادیواکتیو طراحی شده است.
- تمام (۱۰۰٪) هوا به خارج هدایت میشود.
- ممکن است مجهز به فیلترهای HEPA نیز باشند (بخصوص زمانیکه با ایزوتوپهای ید کار میکنند).
- معمولاً از جنس فولاد زنگ نزن ساخته میشوند.
- معمولاً با حفاظهای سربی تقویت میشوند.

- اکثراً این نوع هودها باید دارای سرعتی در حدود  $125 \text{ fpm}$  در دهانه هود باشند.
- در مورد این نوع هودها هم همان نکات ایمنی که در مورد هودهای مخصوص فیومها لازم است بایستی رعایت شود.



#### ۴-۷-۱۲- هود اسلات (SLOT VENTILATION)

- برای حفاظت کارگران در کار با ترکیبات فرار ساخته شده است.
- ۱۰۰٪ هوا به بیرون هدایت میشود.
- در این هود فیومها به سمت فضای پشتی کار و به دور از منطقه تنفسی کارگر کشیده میشود.
- این نوع هودها اغلب در آزمایشگاههای پاتولوژی یا هیستولوژی استفاده میشود.



#### ۴-۷-۱۳- هود کنوپی

- ممکن است که ۱۰۰٪ هوا را به بیرون هدایت کند.
- برای کار با مواد شیمیایی توصیه نمیشود.
- فیومهای مواد را از منطقه تنفسی فرد عبور میدهد.
- برای خارج نمودن حرارت مناسب است.





#### ۴-۷-۱۴- هود بدون کانال

- استفاده از هودهای بدون کانال مخصوص فیوم به دلایل زیر توصیه نمیشود:
  - عدم وجود نشانگر برای تعویض فیلتر.
  - تداخل در فیلتراسیون بخاطر تعدد مواد شیمیایی.
  - ذرات (spill) ریز میتواند سیستم فیلتراسیون را پوشاند.
  - و غیره
- اگر از این فیلترها استفاده شود بایستی بر اساس توصیه سازنده آن مرتباً تعویض شوند.

#### ۴-۷-۱۵- فیلترهای HEPA

HEPA مخفف فیلترهای با کارایی بالا برای ذرات میباشد (High Efficiency Particulate Air filter)

فیلتر هپا ذرات را از هوا جدا میکند ولی فیومها و بخارات را نمیگیرد.

فیلترهای هپا در کابینتهای ایمنی بیولوژیکی نیز استفاده میشوند.

#### ۴-۷-۱۶- موارد ایمنی کار با هودهای بیولوژیکی

- هود را حداقل ۳-۵ دقیقه قبل از شروع به کار روشن کنید تا هوای داخل هود تخلیه شود.
- قبل از شروع به کار لامپ UV را خاموش کرده و لامپ فلورسنت را روشن کنید. و در پایان کار برعکس لامپ UV را روشن کرده و لامپ فلورسنت را خاموش کنید.

- سطح کار، سطح داخلی پنجره هود و سطوح تمام ظروف مواد و لوازمی که در داخل هود قرار دارند را با یک محلول ضدعفونی کننده مناسب تمیز کنید.
- از مناسب بودن محل قرارگیری دستها و مواد در داخل کابینت مطمئن شوید تا از پس زدن هوا پیشگیری شود.
- از حرکت هوا از محیط تمیز به سمت محیط آلوده داخل هود اطمینان حاصل نمایید.
- موادی را که میخواهید از داخل هود خارج کنید آلوده نکنید.
- چیزی را در قسمت بالایی هود قرار ندهید.

#### ۴-۸- حفظ و نگهداری

- ۱- حداقل دو خروجی باز (بدون مانع) در آزمایشگاه تعبیه شده باشد.
- ۳- حداقل دو راهروی باز (بدون مانع) به طرف درهای خروجی آزمایشگاه ایجاد شده باشد.
- ۵- همه تجهیزات بایستی قبل از استفاده بازرسی شوند.
- ۶- شیشه آلات مورد استفاده در آزمایشگاه باید از جنس بروسلیکات باشند.
- ۷- نیکمت ها، میزهای کار و دیگر سطوح آزمایشگاهی را پس از هر بار استفاده با یک ماده پاک کننده یا ضد عفونی کننده تمیز نمایید.
- ۸- در صورت ریزش هرگونه مواد شیمیایی یا آب، کف آزمایشگاه را بلافاصله تمیز کرده و با قراردادن علائم هشدار، دیگران را نسبت به خطرات بالقوه سرخوردن آگاه نمایید.

۹- در صورت استفاده از مواد پاک کننده دی کرومات یا اسید سولفوریک در آزمایشگاه، دقت کنید که پاک کردن فقط محدود به هود بخار باشد، در غیر این صورت کلریدهای سمی کلرومتیل از محلول کرومات/اسید سولفوریک آزاد می شوند.

۱۰- سعی شود از محلول های پاک کننده غیرکروماتی استفاده شود.

۱۱- کف آزمایشگاه را در همه اوقات خشک نگهدارید.

۱۱- در صورتی که آزمایشها ناتمام مانده باشند، یادداشتی حاوی نوع مواد شیمیایی مورد استفاده، نام و نام خانوادگی آزمایشگر و شماره تماس او در کنار دستگاههای مورد استفاده قرار داده شود.

۱۲- بر روی همه ماشین آلات و تجهیزات تحت تعمیر یا تنظیم، بایستی قبل از آنکه قابل استفاده باشند، برچسب هشدار نصب گردد.

۱۳- سیفون های کف آزمایشگاه و سینک ها بایستی به طور مرتب تخلیه شده و شسته شوند تا از خروج گازهای نامطبوع یا آزاد شدن بوی مواد شیمیایی در جلوگیری شود.

۱۴- سیفون هایی که به طور مرتب مورد استفاده قرار نمی گیرند برای ممانعت از تبخیر آب بهتر است با ۲۰-۳۰ میلی لیتر روغن معدنی پر شوند.

۱۵- همه سیلندرهای گاز فشرده بایستی به طور محکم با زنجیر یا طناب بصورت ثابت بسته شوند.

۱۶- سیلندرهای خالی را علامت گذاری کنید و تمام اقدامات حفاظتی و ایمنی را در مورد آنها همانند سیلندرهای پر رعایت کنید.

#### ۴-۹- اقدامات لازم قبل از ترک آزمایشگاه

۱- ضایعات آزمایشگاهی را شناسایی، بسته بندی و طبق مقررات استاندارد به خارج از محیط آزمایشگاه منتقل کنید.

۲- تجهیزات و وسایل خراب را خاموش و با رعایت مقررات استاندارد از محیط کار (و دسترس دیگران) خارج کنید.

۳- سطوح کاری و کلید تجهیزات مورد استفاده را ضدعفونی کنید.

۴- به هنگام اتمام کار و ترک آزمایشگاه، تجهیزات و وسایل استفاده نشده را به محل اصلی خود بازگردانید.

۵- روپوش مخصوص آزمایشگاه را در داخل آزمایشگاه قرار دهید.

۶- از خاموش بودن تجهیزات برقی و گازی مورد استفاده اطمینان حاصل نمایید.

۷- دست های خود را با دقت بشویید.

۸- درب آزمایشگاه را بسته و از قفل بودن آن اطمینان حاصل نمایید .