

راهنمای سریع و کاربردی

سلامت ، ایمنی و محیط زیست (HSE)

در آزمایشگاه ها

احمد یاری

با همکاری کارگروه HSE دانشگاه مراغه

شناسنامه ( فیا )  
کتاب

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



## سخنی با خوانندگان

امروزه یکی از اولویت‌های مهم کشورها برای رسیدن به بهره‌وری و توسعه پایدار، توجه به سلامت نیروی انسانی و محیط زیست می‌باشد. هر چند پیشرفت سریع و همه‌جانبه‌نقشی مهم در ارتقاء بهره‌وری و شکوفایی اقتصادی ایفا می‌کند، اما چالش‌های جدیدی را نیز ایجاد می‌نماید که از جمله آنها می‌توان به مشکلات بهداشت، ایمنی و محیط زیست اشاره نمود. در کشور ایران نیز در اسناد بالادستی نظیر برنامه‌های توسعه کشور، به مقوله حفاظت از محیط زیست، بهبود سلامت و کیفیت زندگی انسان‌ها توجه ویژه‌ای شده است. افزایش حوادث ناشی از کار و از کار افتادن نیروی انسانی متخصص موجب شده است سازمان‌ها و مراکز مختلف از جمله مراکز علمی و تحقیقاتی در دنیا با تدوین برنامه‌هایی از بروز حوادث احتمالی جلوگیری نمایند. بر اساس اعلام سازمان بین‌المللی کار هر ساله ۲۵۰ میلیون حادثه ناشی از کار اتفاق می‌افتد و در صورت تبدیل این تعداد حادثه به روز، ساعت، دقیقه و ثانیه باید بگوییم که در هر ثانیه ۸ حادثه در جهان رخ می‌دهد و اگر قربانی هر حادثه را فقط یک نفر در نظر بگیریم مفهوم آن، این است که در هر ثانیه دست کم سلامتی هشت نفر به خطر می‌افتد.

معاونت محترم پژوهش و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری توجه خاصی به توسعه فعالیت‌های سلامت، ایمنی و محیط زیست (Health, Safety & Environment) - که عموماً با حروف اختصاری HSE شناخته می‌شود - در آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی معطوف نموده است. در همین راستا، شبکه آزمایشگاهی (آزمایشگاه مرکزی) دانشگاه مراغه در بهمن ماه ۱۳۹۳ اقدام به تشکیل کارگروه HSE نمود و در راستای الگومدار و هدفمند نمودن فعالیت‌های دانشگاه در این زمینه، با امضای قرارداد مشاوره با یکی از کارشناسان مجرب حوزه HSE (جناب آقای مهندس احمد یاری) چشم انداز، برنامه‌ها و اهداف راهبردی، بلند مدت، میان مدت و کوتاه مدت دانشگاه، طراحی و فعالیت‌ها در این خصوص آغاز شد. یکی از برنامه‌های اصلی کارگروه HSE دانشگاه مراغه، تمرکز بر روی

آموزش اعضای هیأت علمی، کارشناسان آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها، کارکنان و دانشجویان (به ویژه در مقاطع تحصیلات تکمیلی) می‌باشد و در همین راستا، تألیف و تدوین کتاب "سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE) در آزمایشگاه‌ها" به عنوان منبع درسی دوره‌های آموزشی HSE به همت جناب آقای مهندس یاری صورت گرفته است. این کتاب به زبانی ساده و روان و کاربردی برای تمامی افرادی که به نوعی با آزمایشگاه و کارگاه سر و کار دارند، نگاشته شده است.

در پایان از مساعدت و یاری تمامی مسئولین محترم دانشگاه و اعضای محترم کارگروه HSE برای انتشار کتاب حاضر کمال امتنان را داشته و امیدوارم با مشارکت جمعی تمامی اعضای جامعه دانشگاهی بتوانیم در پیشگیری از حوادث، مخاطرات و جنبه‌های زیست محیطی احتمالی در محیط کاری خود، به عنوان یک مسئولیت مهم اجتماعی، اقدامات مؤثری انجام داده و آینده بهتری را برای کشور ترسیم نماییم.

**دکتر احمد آقایی**

**رئیس آزمایشگاه مرکزی**

**و دبیر کارگروه HSE دانشگاه مراغه**

## تقدیر و تشکر

بی شک تالیف و انتشار این کتاب بدون کمک و یاری بزرگوارانی که به اسامی آنها اشاره خواهد شد ممکن و میسر نبود ، از این رو راهنمایی ها و تلاش های بی دریغ دبیر محترم کارگروه HSE دانشگاه مراغه، جناب آقای دکتر احمد آقایی را ارج نهاده و از زحمات ریاست، معاونت و کارگروه محترم HSE این دانشگاه کمال تشکر را دارم. همچنین زحمات سرکار خانم الهام یاری برای ویراستاری و سرکار خانم حمیده فروتن خواه برای طراحی جلد این کتاب شایسته تقدیر است.

تقدیم به نیامی دلبندم

احمد یاری

مرداد ۱۳۹۴





## فهرست

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	مخاطرات و عوامل زیان آور آزمایشگاه ها
۷	رویکردهای مواجهه با مخاطرات
۱۰	تجهیزات حفاظت فردی
۱۹	آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری
۳۵	ایمنی مواد شیمیایی و ملاحظات آن
۵۳	مخاطرات و ایمنی زیستی در آزمایشگاه ها
۶۵	آشنایی با برخی تجهیزات تهویه در آزمایشگاه ها
۷۵	برگه اطلاعات ایمنی (SDS)
۸۵	مدیریت پسماندها در آزمایشگاه ها
۹۵	برخی قوانین عمومی آزمایشگاه ها
۱۰۳	برخی چک لیست های بررسی HSE آزمایشگاه ها
۱۰۹	منابع

## اهداف رفتاری

### فراگیر پس از مطالعه این کتاب باید بتواند :

- ✓ مخاطرات و عوامل زیان آور محیط آزمایشگاه ها را نام برده و برای هر یک، مثالی مطرح نماید .
- ✓ حداقل سه مورد از رویکردهای کنترلی مواجهه به مخاطرات را نام برده و برای هر یک مثالی مرتبط با آزمایشگاه ارائه نماید .
- ✓ پنج نمونه از تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز در آزمایشگاه را بسته به نیاز و شرایط آزمایشگاهی مثال بزند.
- ✓ حداقل سه نمونه از موارد آمادگی در شرایط اضطراری حریق، نشت مواد شیمیایی و پزشکی را مطرح نماید .
- ✓ حداقل پنج مورد از راهنماهای استفاده ایمن از مواد شیمیایی را به همراه گروه بندی خطرات در GHS و لوزی خطر بیان کند.
- ✓ حداقل دو مشخصه برای BSL1 تا BSL4 به همراه PPE مورد نیاز هر مرحله را بیان کند .
- ✓ طبقه بندی BSC ها به همراه پنج نمونه از تجهیزات تهویه آزمایشگاهی را نام ببرد.
- ✓ حداقل پنج مورد از اطلاعات برگه اطلاعات ایمنی (SDS) را نام ببرد و خصوص اطلاعات هر کدام مثال بزند.
- ✓ سه رویکرد مهم در کاهش تولید پسماندهای آزمایشگاهی را به همراه حداقل دو نمونه از الزامات پسماندهای بیولوژیک و شیمیایی خطرناک را بیان کند .
- ✓ حداقل ده مورد از قوانین عمومی رعایت HSE در آزمایشگاه ها را بیان کند .

## مقدمه

واژه آزمایشگاه یادآور محیطی است علمی و تحقیقاتی که در آن بررسی های زیادی بر روی مواد، موجودات و برهم کنش های آنها و ... صورت می پذیرد. از این رو مخاطراتی نیز افراد فعال در این حوزه را تهدید می نماید. بی شک هرچه زمان حضور در معرض مخاطرات افزایش یابد، ریسک مواجهه با آنها، خطرات و حوادث احتمالی نیز بیشتر خواهد شد. از این رو دانشجویان، اساتید و کارشناسان محترم آزمایشگاه ها که زمان زیادی را برای انجام آزمایشات و تحقیق در محیط آزمایشگاه می گذرانند از جمله کسانی هستند که در معرض آسیب های احتمالی قرار خواهند داشت و ممکن است سلامت آنها را حتی در دراز مدت تحت تاثیر قرار دهد.

همچنین فعالیت های انجام شده در آزمایشگاه ها می تواند به صورت مستقیم و یا توسط پسماند های تولید شده، به محیط زیست آسیب جدی وارد نماید و ناگفته پیداست که حفاظت از محیط زیست وظیفه ای همگانی است. بروز شرایط اضطراری در هر آزمایشگاه می تواند سلامت، ایمنی و محیط زیست<sup>1</sup> را به خطر انداخته و روند طبیعی امور را مختل نماید. پس تمامی افراد مرتبط با آزمایشگاه ها باید به شرایط اضطراری ممکن در آزمایشگاه و راههای مقابله و کاهش صدمات واقف باشند.

آنچه در این میان ضروری می نماید داشتن برنامه های مستند و منسجم عملیاتی و برای استقرار و راهبری نظام سلامت، ایمنی و محیط زیست HSE است که تلاش های ذینفعان آزمایشگاه (که گاهی نامنسجم اند) را ساماندهی و هدفمند می نماید.

---

<sup>1</sup>Health ,Safety &Environment (H.S.E)

هدف از این کتاب ، آشنایی خوانندگان محترم با مفاهیم و روش های اجرایی HSE در آزمایشگاه می باشد و پرداختن به مقوله های مدیریتی و نظام های ذیربط نظیر HSE.MS در مجال این کتاب نمی گنجد، از این رو در کتاب پیش رو سعی خواهدده مخاطرات حوزه سلامت ، ایمنی و جنبه های زیست محیطی در آزمایشگاه ها با نگاهی کاربردی پرداخته شود تا کلیه افرادی که با محیط های مشابه سر و کار دارند با مطالعه آن ، هم با خطرات عمده و روش های مواجهه با آنها آشنا شوند و هم به تکمیل دانسته های خود در این زمینه علاقمند گردند .

مواردی که در این کتاب از نظر خواهد گذشت ، شامل موارد عمومی و اختصاصی در خصوص آزمایشگاه هایی است که در آنها مواد شیمیایی مورد استفاده قرار گرفته و یا تحقیقات و آزمایشات زیست شناسانه<sup>۱</sup> در آنها در حال انجام است . از این رو مطالب به تناسب ، به صورت دسته بندی شده و یا موردی مطرح خواهند شد . نگارنده آماده دریافت فرصتهای بهبود این کتاب از سوی شما خوانندگان محترم از طریق پست الکترونیکی [yari.ahmad@yahoo.com](mailto:yari.ahmad@yahoo.com) و یا تارنمای [www.fpg.ir](http://www.fpg.ir) می باشد .

## مخاطرات و عوامل زیان آور آزمایشگاه ها

برای درک بهتر مخاطرات و عوامل زیان آور محیط های آزمایشگاهی بهتر است به مثال های زیر توجه شود :

- معمولا در آزمایشگاه ها به تناسب نیاز، از سیلندر های فشرده هیدروژن، اکسیژن و یا سایر گازها استفاده می شود. به نظر شما چه خطری در این راستا آزمایشگاه و افراد داخل و نزدیک آن را تهدید می نماید؟
- تماس اسید سولفوریک غلیظ با پوست را می توان یکی از آسیب های جدی به شمار آورد ، چه دسته بندی برای این گونه مخاطرات پیشنهاد می کنید؟
- برخی بیماری های منتشر شده در جامعه می تواند حاصل انتقال ویروس یا میکروبی باشد که از داخل آزمایشگاه به بیرون سرایت کرده و توانایی آسیب رساندن به دانشجویان، اساتید ، محققین و حتی آحاد جامعه را دارد .
- وضعیت نامناسب بدن در هنگام کار مانند : نشستن ها و ایستادن های طولانی مدت ، حضور بلند مدت در محیط آزمایشگاه و ...چه عواقبی را برای دانشجویان و یا محققین در بر خواهد داشت ؟
- روابط افراد در داخل آزمایشگاه ، آزمون ها و تاثیرات آنها بر افراد ، فشار های عصبی و دوری از خانواده و... را می توان در زمره مواردی دانست که می تواند آسیب رسان باشد ؟

با نگاهی دوباره به موارد فوق می توان مخاطراتی از این دست را در پنج گروه عمده تقسیم بندی نمود .

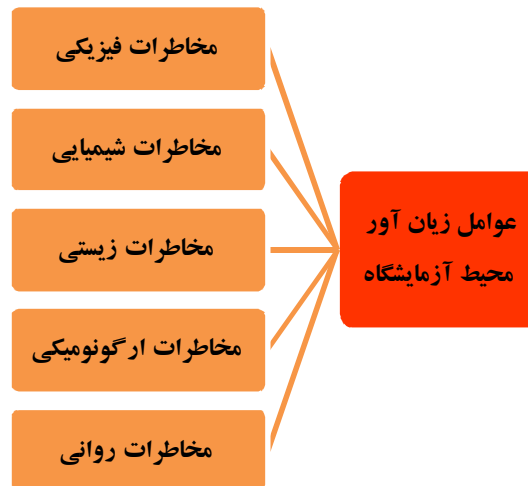
گروه اول(مثال اول)، اشاره به مخاطرات فیزیکی نظیر انفجار و .... دارد .

در گروه دوم(مثال دوم)، مخاطرات شیمیایی موجود در آزمایشگاه نظیر اسید ها و بازها قرار دارند .

گروه سوم (مثال سوم )، مخاطرات زیستی نظیر ویروس ها ، انگل ها ، میکروب ها و ... را در خود جای می دهد .

گروه چهارم ( مثال چهارم )، مختص آزمایشگاه ها نبوده و به عدم تطابق کار با وضعیت مناسب بدنی افراد اشاره دارد که به آن مخاطرات ارگونومیکی گفته میشود .

گروه پنجم(مثال آخر)، در این مثال به مخاطرات روانی احتمالی حضور در آزمایشگاه اشاره شده است .



عوامل زیان آور محیط آزمایشگاه در یک نگاه

از سوی دیگر مخاطرات موجود در آزمایشگاه ها را می توان به سه بخش  
ذیل نیز تقسیم بندی نمود:

الف/ فعالیت هایی که انجام و یا پیامد انجام آن، برای بهداشت و سلامت  
انسان مخاطراتی را در بر خواهد داشت.

ب/ فعالیت هایی که انجام و یا پیامد انجام آن، مخاطرات فیزیکی  
در پی داشته و باعث کاهش ایمنی انسان می گردد.

ج/ فعالیت هایی که انجام و یا پیامد انجام آن، جنبه های زیست محیطی  
(چه به صورت آبی و چه در دراز مدت) در بر خواهد داشت.

تلاش های بسیاری جهت مصور نمودن این خطرات انجام گرفته است  
ولی بعضا دیده می شود که علائم به کار رفته از منطقه ای به منطقه دیگر  
یکسان نیست. از این رو سامانه ای برای شناسایی مواد شیمیایی به نام  
سامانه هماهنگ جهانی طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی<sup>۳</sup> (GHS)  
تدوین شده و علائم مد نظر در این سامانه به نام پیکتوگرام مطرح  
شده است. این سامانه شامل ۹ پیکتوگرام است که به جز پیکتوگرام مربوط به  
محیط زیست استفاده از مابقی پیکتوگرام ها بر روی مواد شیمیایی اجباری  
است که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد.

---

<sup>۳</sup>Globally Harmonized System of classification & Labeling of  
Chemicals

GHS – Hazard Pictograms and Related Hazard Classes	
 <p><b>Expanding Bomb</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• قابل انفجار</li> <li>• پراکندگی های آبی</li> <li>• مواد فعال</li> </ul>	 <p><b>Skull &amp; Crossbones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سمیت حاد (کشنده و یا سمی)</li> </ul>
 <p><b>Gas Cylinder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• گازهای تحت فشار</li> </ul>	 <p><b>Environment</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سموم کننده آبیان</li> </ul>
 <p><b>Flame Over Circle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• - گازهای اکسید شونده</li> <li>• - مایعات اکسید شونده</li> <li>• - جامدات اکسید شونده</li> </ul>	 <p><b>Corrosion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سوزاننده / خوردنده پوست</li> <li>• آسیب رساننده به چشم</li> <li>• خوردنده فلزات</li> </ul>
 <p><b>Exclamation Mark</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• محرک (چشم و پوست)</li> <li>• تحریک کننده پوست (آرزی دهنده)</li> <li>• سمیت حاد</li> <li>• اثرات مخدر</li> <li>• تحریک کننده دستگاه تنفسی</li> <li>• خطرناک برای لایه اوزون (غیر الزام آور)</li> </ul>	 <p><b>Health Hazard</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سرطان زا</li> <li>• عامل مولکان (جهش زنی)</li> <li>• سمیت باروری</li> <li>• محرک دستگاه تنفسی</li> <li>• سمیت تنفسی</li> <li>• سمیت ارگان های خاص بدن</li> </ul>
 <p><b>Flame</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• بیروفریگ ها (نقطه اشتعال زیر 55°C در هوا)</li> <li>• مواد آبی که میزهای قابل اشتعال از خود ساطع می کنند.</li> <li>• - ترمزا ( خود به خودی )</li> <li>• - واکنش زا ( خود به خودی یا فعال )</li> <li>• - پراکندگی های آبی</li> </ul>	

پیکتوگرام های مربوط به سامانه هماهنگ جهانی طبقه بندی و بر چسب گذاری مواد شیمیایی (GHS)



## رویکردهای مواجهه با مخاطرات و روش های کنترل

رویکرد مواجهه با مخاطرات را می توان یکی از روش های پیشگیری از حوادث و همچنین کاهش پیامدهای آنها دانست . متأسفانه حتی در برخی مجامع علمی نیز ، ایمنی و سلامت در حد استفاده از تجهیزات حفاظت فردی تنزل پیدا کرده و تنها مصادیقی نظیر کفش ، کلاه و دستکش ایمنی در ذهن افراد متبادر می گردد .

اولویت متخصصین در مواجهه با مخاطرات ، حذف خطر در منبع است . به عنوان مثال خروج همه سیلندرهای فشرده از داخل آزمایشگاه به بیرون را می توان حذف خطر انفجار سیلندرها در محوطه آزمایشگاه عنوان نمود . ولی باید دانست این امر همیشه امکان پذیر نیست از این رو، روش های اجرایی دیگری پیشنهاد می گردد .

جایگزینی به عنوان روش بعدی مواجهه می تواند نتایج خوبی در بر داشته باشد. تغییر و جایگزینی حلال ها و معرف های پر خطر را می توان از نمونه های این روش عنوان نمود . جایگزینی ماده ای کم خطر تر به جای اتیدیوم برماید و یا استفاده از دما سنج های الکلی و دیجیتال به جای دماسنج های جیوه ای نمونه هایی از این دست هستند . البته این روش نیز همیشه کارا نیست و قابلیت اجرایی شدن ندارد . از این رو شیوه کنترل مواجهه توسط روش های مهندسی

به عنوان یکی از مهم ترین بخش های این زنجیره مطرح می گردد. تجهیزاتی نظیر هودها ، BSC<sup>۴</sup> ها و ... را می توان در زمره این گروه تلقی نمود .

در کنار این روش از شیوه های کنترل مدیریتی و اداری نیز نباید غافل بود و می توان از آن جمله به دستورالعمل ها ، مجوزهای ورود و انجام کار برای اشخاص دارای صلاحیت و ... اشاره نمود. در نهایت استفاده از تجهیزات حفاظت فردی PPE<sup>۵</sup> را می توان در تمامی حالات و در کنار انجام روش های فوق به تناسب ، بسیار مفید و ضروری دانست. تجهیزاتی نظیر عینک ایمنی، محافظ صورت (Shield) ، دستکش ایمنی متناسب ، روپوش و ... از این جمله هستند . شایان ذکر است اگر چه استفاده از PPE متناسب ضرورت دارد ولی PPE در اغلب موارد توانایی جلوگیری از حادثه را نداشته و تنها تا حدی می تواند باعث کاهش پیامدهای احتمالی گردد و این در صورتی است کاملاً سالم ، درست و بجا استفاده گردد.

با توجه به مطالب ذکر شده موثرترین روش مواجهه و کنترل مخاطرات را می توان حذف آنها و کم اثرترین رویکرد را استفاده تنها از PPE دانست؛ چراکه حتی نگهداری و استفاده از این تجهیزات نیز بر روی عملکرد آنها تاثیر گذار است. در ادامه- برگرفته از NIOSH<sup>۶</sup> به میزان تاثیر این روش ها اشاره شده است .

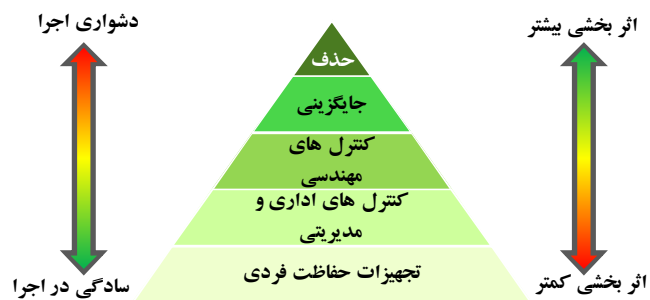
---

<sup>۴</sup>Biological Safety Cabinet

<sup>۵</sup>Personal Protective Equipments

<sup>۶</sup>National institute for Occupational Safety & Health

## سلسله مراتب کنترل



بررسی اثربخشی و سهولت در اجرای روشهای کنترل مخاطرات

با توجه به کثرت کاربرد تجهیزات حفاظت فردی و لزوم به کارگیری ملاحظات در انتخاب، خرید، نگهداری و استفاده از این تجهیزات در ادامه، به این موضوع پرداخته خواهد شد.

### تجهیزات حفاظت فردی (PPE)

Personal Protective Equipments

تجهیزات حفاظت فردی باید به عنوان یکی از خطوط دفاعی مهم و اصلی حفاظت افراد آزمایشگاه در برابر مخاطرات موجود محسوب گردد. اگر چه PPE جایگزین روش های مهندسی و روش های کنترل اداری نیست ولی باید به عنوان یک بخش مکمل در کنار این روش ها حضور داشته باشد تا سلامت و ایمنی کارکنان و دانشجویان آزمایشگاه ها به حد قابل قبولی برسد.

تجهیزات حفاظت فردی در آزمایشگاه باید به میزان کافی و همچنین در دسترس کارکنان ، دانشجویان ، بازدید کنندگان و کلیه افرادی باشد که در معرض مخاطرات قرار میگیرند تا بدین وسیله میزان تماس و مواجهه با مخاطرات فیزیکی ، شیمیایی ، بیولوژیک و ... کاهش یابد . از جمله تجهیزات حفاظت فردی معمول که در آزمایشگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد می توان به انواع دستکش ، عینک ، روپوش ، محافظ صورت<sup>۷</sup> ، چکمه ، محافظ های شنوایی و ... اشاره کرد .

انتخاب تجهیزات متناسب با مخاطرات و بر اساس شناسایی و ارزیابی و نحوه استفاده صحیح از آن ها از جمله بهترین مواردی است که می توان در خصوص PPE مطرح نمود. در هنگام تصمیم به استفاده از تجهیزات حفاظت فردی ، پاسخ به این سوالات می تواند بسیار تعیین کننده باشد .

- نوع مواد شیمیایی مورد استفاده چیست ؟ غلظت و مقدار آن به چه میزان است ؟
- نحوه مواجهه عوامل زیان آور با شخص چگونه است ؟ بررسی راه های ورود مواد خطرناک به بدن .
- موادی که PPE از آن ساخته شده چیست ؟ بررسی مشخصات آن نسبت به مخاطره مورد نظر و عدم بروز مشکلات برای فرد استفاده کننده .
- مشخصات PPE در مواجهه با شرایط مورد نظر ، نظیر زمان مفید ، تجزیه پذیری و ... .

همچنین راحتی و سهولت در کاربرد نیز عامل مهمی جهت ترغیب افراد به استفاده از تجهیزات حفاظت فردی است . نکته حائز اهمیت شرایط نگهداری

---

<sup>۷</sup>Face Shield

این تجهیزات است که سهم به سزایی را در حفظ قابلیت های آن ها در زمان استفاده ایفا می نماید .

آموزش استفاده صحیح و بجا از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) از جمله مواردی است که ممکن است مشمول فراموشی گردد و با این آموزش ها می توان موارد ذیل را به افراد یاد آور شد .

- زمان استفاده از PPE در چه مواقعی است ؟
  - PPE مناسب در آزمایشها و شرایط گوناگون چیست ؟
  - نحوه نگهداشت و تعویض و دور انداختن PPE در شرایط مختلف چگونه است ؟
- به طور خلاصه تجهیزات حفاظت فردی معمول و مورد استفاده در آزمایشگاه ها را میتوان به شیوه زیر تقسیم بندی نمود .

#### ۱- محافظ های چشم و صورت

این محافظ ها بسته به مخاطرات باید توانایی محافظت از چشم و صورت در برابر ذرات و اجسام پرتاب شده ، شیشه های شکسته ، قطرات پرتاب شده اسیدی و یا بازی ، بخارات و یا گازهای شیمیایی و طیف های نوری با قابلیت ایجاد آسیب در چشم و ... را دارا می باشد . یکی از راهنماهای خوب انتخاب تجهیزات فردی ویژه چشم ها و صورت ، استاندارد ANSI,Z87.1-2010 می باشد . از جمله این تجهیزات می توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱-۱- عینک های ایمنی: حفاظت متوسط در برابر پرتاب اجسام .

۱-۲- گاگل و یا عینک های فنجانی: برای مایعات و مواد شیمیایی ،  
برای جوشکاری و برشکاری

۱-۳- محافظ های پوست : توصیه می گردد با تجهیزات اصلی نظیر  
عینک ایمنی استفاده گردد .

۱-۴- محافظ های صورت ویژه جوشکاری

۱-۵- محافظ های لیزری برای چشم : این عینک برای تمامی فرکانس ها  
و طول موج ها نبوده و باید درست و مطابق با مشخصات لیزر مد نظر  
انتخاب گردد .

۱-۶- حفاظ های مختلف صورت برای مخاطرات مختلف .



نمونه هایی از تجهیزات حفاظت فردی صورت و چشم

## ۲- محافظ های دست

بیشترین آمار جراحات و آسیب ها مربوط به دست ها و بازوان است ،  
که در ۴ گروه تماس با مواد شیمیایی ، خراش ، برش و مواجهه با سرما و گرما  
طبقه بندی می گردد . زمانی که خطرات قابل توجهی نظیر مواجهه با  
مواد شیمیایی ، امکان بریدگی و یا پارگی و ایجاد خراش و سوراخ شدگی ،

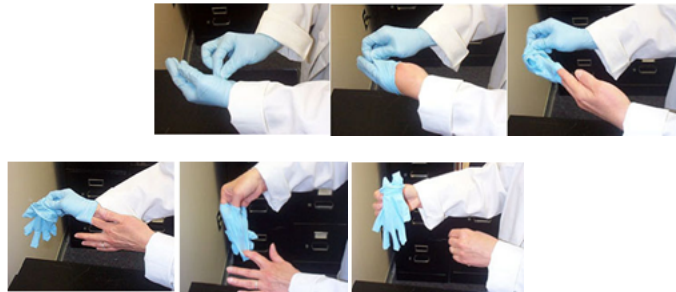
سوختگی برق ، خطرات بیولوژیک و یا درجه حرارت مضر وجود دارد ، استفاده از دستکش ضروری است . ذکر این نکته بسیار حائز اهمیت است که دستکشی همه منظوره برای محافظت دست در برابر همه حالات فوق وجود ندارد و دستکش مورد نظر باید براساس نوع و میزان احتمالی آسیب انتخاب شود. همچنین باید به خاطر داشت بسیاری از مواد ممکن است سریعاً از طریق پوست جذب شوند که در این صورت انتخاب دستکشی نفوذناپذیر در این خصوص بسیار ضروری خواهد بود . از این رو براساس نوع مخاطره و ریسک موجود باید دستکش را انتخاب و استفاده نمود . برخی از انواع آن ها عبارتند از: دستکش های پارچه ای ، دستکش های چرمی ، دستکش های مشی فلزی ، دستکش های کار با دمای زیر سرد ، دستکش های مقاوم در برابر مواد شیمیایی ، دستکش های لاتکس ، نتریل ، نئوپرن و ...



نمونه هایی از دستکشهای مورد استفاده در آزمایشگاهها

باید به خاطر داشت که هر کدام از موارد فوق برای کار خاصی مناسب است، به عنوان مثال دستکش های نئوپرن در مقابل اسید های معدنی، آلی، باز ها و الکل ها و حلال های نفتی مقاوم هستند. در برخی مواقع ممکن است بنا به ضرورت، نیاز به استفاده از دو دستکش به صورت همزمان برای بالا بردن سطح حفاظت باشد که با رعایت همه جوانب باید

به خاطر داشت، اگر مواد خطرناک از دستکش اول به روی دستکش دوم نفوذ کرده بود باید دستکش اولی (که در تماس با پوست دست است) نیز تعویض گردد. همچنین با توجه به گستره آلودگی های روی دستکش در هنگام دفع و در آوردن دستکش ها از دست، باید الزامات پس ماند ها رعایت شود و همچنین نباید دستکش در محیط خارج از آزمایشگاه پوشیده شده و یا با آن دستگیره در، تلفن همراه و یا ... لمس گردد .



نحوه صحیح در آوردن دستکش های آلوده آزمایشگاهی از دست

### ۳-لباس های حفاظتی

شامل کلیه اقلام پوشیدنی است که از لباس های معمولی فرد در آزمایشگاه در مقابل آلودگی های شیمیایی، بیولوژیک و پاشش مایعات محافظت می کند و از آن جمله می توان به کت، روپوش، پیش بند، چکمه و کاور کفش اشاره نمود که در واقع یک سپر محافظتی به شمار می آیند. البته پوشیدن لباس و پاپوش ( کفش ) نیز در آزمایشگاه ها قواعد خاصی دارد که در بخش قواعد عمومی به آن ها اشاره خواهد شد. در هنگام انتخاب این پوشش ها توجه به مخاطرات ویژه ای چون پرتوها، میزان حرارت مضر همچنین راحتی



فرد در آن پوشش از اهمیت خاصی برخوردار است. لباس های کامل و یکپارچه را نیز می توان از جمله این موارد بر شمرد .



#### ۴- ماسک ها و تجهیزات حفاظت از دستگاه تنفسی

این تجهیزات عبارتند از ماسک های قابل تعویض ( نظیر ماسک N95 که اغلب به عنوان ماسک گرد و غبار شناخته می شود)، ماسک های تصفیه کننده وخالص کننده های هوا و همچنین تجهیزات تامین کننده های هوا.

همواره ترجیح بر آن است که شرایط اتمسفر آزمایشگاه با راه های دیگری که در روش های مواجهه با مخاطرات عنوان شد \_ نظیر روش های کنترل مهندسی \_ در حدی قرار داشته باشد که نیاز چندانی به این گونه تجهیزات نباشد مگر در موارد خاص نظیر شرایط اضطراری ، تعویض کپسول گازهای سمی و ... . البته در زمان استفاده از تجهیزاتی که گرد و غبار (ذرات معلق) ایجاد می کنند استفاده از ماسک های گرد و غبار نظیر N95 توصیه می شود که به هیچ وجه در مقابل گازها و بخارات تاثیری ندارد . شایان ذکر است ماسک های تصفیه کننده هوا تاثیری بر کاهش احتمالی میزان اکسیژن موجود در هوای آزمایشگاه ندارند و آن را جبران نمی کنند .



برخی نمونه های تجهیزات حفاظت از دستگاه تنفسی ( تصفیه کننده هوا )

##### ۵- محافظ های شنوایی

تجهیزاتی که به صورت گوشی های جاذب صوت و پلاگ های داخل گوشی و یا تجهیزات مشابه ساخته می شوند تا در صورت بالا بودن میزان شدت صوت در آزمایشگاه - نظیر زمانی که برخی تجهیزات خاص در حال کار هستند - آن را به میزان حد مجاز و یا کمتر از آن که با توجه به زمان مواجهه

با صدا تعیین می گردد، تقلیل دهند .



نمونه هایی از تجهیزات محافظت از دستگاه شنوایی

#### ۶- محافظت از پاها

تمهیداتی جهت محافظت از پاهای تمامی کارکنان ، دانشجویان و افرادی که به آزمایشگاه وارد می شوند ضروری است . زیرا خطرات بالقوه تماس با عوامل زیان آور شیمیایی ، فیزیکی ، بیولوژیکی و ارگونومیکی این افراد را تهدید می نماید . به عنوان مثال کفش های چرمی برای تماس طولانی مدت مستقیم با مواد شیمیایی طراحی نشده اند و در این خصوص استفاده از چکمه های لاستیکی مقاوم در برابر مواد شیمیایی ضروری است . همچنین استفاده از کاورهای فولادی پنجه پا، یا کفش های پنجه فولادی برای انجام کارهای سنگین و یا پوشیدن چکمه های مقاوم به مواد شیمیایی در هنگام حمل و نقل ، جا به جایی و یا سروکار داشتن با مقادیر بالای مواد شیمیایی الزامی است .



برخی از پاپوش های محافظ پا در آزمایشگاهها



برخی از پوشش های نایمن و ممنوع در آزمایشگاهها



برخی از علائم هشداری و دستوری در آزمایشگاه مطابق با ANSI Z535

## آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری

شرایط اضطراری می تواند در زمان و مکانی بدون هشدار و پیش آگهی رخ دهد. برنامه ریزی با دقت به همراه افزایش سطح ایمنی می تواند افراد درگیر در شرایط اضطراری را یاری داده و باعث حفظ جان آن ها گردد. البته در این شرایط تجهیزات در مرحله دوم اهمیت هستند ولی سعی بر حفظ دارایی های موجود نیز هست.

شرایط اضطراری هر گونه حادثه غیر مترقبه ای است که باعث قطع عملکرد عادی بخش مورد نظر ( نظیر آزمایشگاه ) شده و جان و مال افراد آن مجموعه را تهدید نماید. این شرایط نیازمند واکنشی سریع از طریق به کار گیری منابع موجود ، طی یک برنامه به نام برنامه واکنش در شرایط اضطراری<sup>^</sup> ERP می باشد.

شرایط اضطراری در آزمایشگاه ها می تواند آتش سوزی را در بر داشته و یا نداشته باشد. آتش سوزی از جمله شرایط اضطراری است که انتظار آن در همه آزمایشگاه ها وجود داشته و اکثر کارکنان آزمایشگاه ها شرایط برخورد و گام های واکنش در این شرایط را آموخته اند. شرایط اضطراری غیر از آتش سوزی می تواند شامل موارد ذیل باشد.

---

<sup>^</sup>Emergency Response Plan

- قطع و فقدان برق ، حرارت ( گرما ) ، آب و یا دیگر شریانهای حیاتی برای آزمایشگاه .
- بروز خطا در سیستم های تهویه و یا سیستم های برق اضطراری .
- سیل ، طوفان ، زمین لرزه و یا فجایع طبیعی دیگر.
- انتشار مواد شیمیایی خطر ناک به محیط زیست نظیر انتشار مواد از آزمایشگاه به بیرون و یا انفجاری در فاصله نزدیک .
- اقدامات تروریستی و یا نا آرامی های اجتماعی .

۱-دستور العمل های خروج اضطراری از آزمایشگاه

- ۱-۱- حفظ خونسردی .
- ۱-۲- اتمام کار در حال انجام به طریقه ای ایمن ( نه رها کردن همه چیز نظیر شعله تجهیزات و ... )
- ۱-۳- بر داشتن وسایل شخصی در صورت ایمن بودن و امکان پذیر بودن آن . به همراه برداشتن داروهای تجویزی ضروری ، چرا که ممکن است ساعت ها امکان بازگشت به آزمایشگاه یا ساختمان مورد نظر امکان پذیر نباشد .
- ۱-۴- توجه ویژه به افراد کم توان و یا افرادی که دارای ناتوانی خاصی هستند .
- ۱-۵- بستن درب ها در صورت ایمن بودن و قفل نکردن آن ها .

۱-۶- استفاده از نزدیکترین پله و عدم استفاده از آسانسور .

۱-۷- عدم بازگشت به محل ( ساختمان محیط آزمایشگاه ) تا زمان اعلام از سوی مراجع ذیربط .

## ۲- دستور العمل های توقف اضطراری آزمایشگاه

همه آزمایشگاه ها باید برنامه ای در خصوص واکنش در شرایط اضطراری غیر از آتش سوزی داشته باشند و افراد داخل آزمایشگاه نیز اعم از کارشناسان ، دانشجویان و اساتید نیز در خصوص محتوای این برنامه و چگونگی عمل به آن در شرایط یاد شده آگاهی داشته و آموزش دیده باشند . در ادامه مراحل ساده از این برنامه ارائه شده که قطعاً کامل نیست ولی نگاه و دیدی مناسب را به افراد ذینفع در این خصوص ارائه می دهد .

۲-۱- بستن درب هودها .

۲-۲- اطمینان از بسته بودن و قرار داشتن درب بر روی کلیه بطری های حاوی مواد شیمیایی .

۲-۳- خاموش کردن وسایل غیر ضروری برقی .

۲-۴- قطع کلیه دستگاه های لیزر، NMR، مولد های تناوب رادیویی و...

۲-۵- بستن همه شیر های مخازن سیلندر های گاز .

۲-۶- در صورتی که حیوانات آزمایشگاهی نیز در محیط باشند، باید از بی خطر بودن فضای نگهداری آن ها اطمینان حاصل نمود و از وضعیت برق ، تهویه و دیگر نیازهای آن محیط ها مطمئن شد .

۲-۷- چک کردن دما، هوا، رطوبت و همچنین مواد و یا تجهیزات حساس. باید برای خاتمه دادن به همه واکنش های در حال انجام به نحوی ایمن، آماده بود و این مهم باید در چهارچوب برنامه ای از پیش تهیه شده باشد.

۲-۸- تبخیر و پخش موادی همچون نیتروژن، دی اکسید کربن و حلال ها ممکن است شرایط خطرناکی را رقم بزند لذا باید اطمینان پیدا کرد که همه ظروف حاوی مایعات سرد و زیر سرد دچار افزایش فشار داخلی نخواهند شد. چک کردن تله های و کیومی برودتی الزامی است.

۲-۹- تمامی کارکنان و دانشجویانی که حضور آن ها الزامی نیست باید از محوطه آزمایشگاه و ساختمان خارج شوند.

ذکر این نکته بسیار مهم است که برخی از تجهیزات به صورت اتوماتیک و خودکار خاموش نمی شوند. نظیر چشمه های رادیو اکتیو و آهنرباهای بزرگ برودتی. از این رو چک کردن هر گونه دستور العمل خاص اجرایی برای تجهیزات داخل آزمایشگاه پیش از وقوع شرایط اضطراری، ضروری است.

### ۳- دستور العمل های شرایط اضطراری پزشکی

در صورت بروز مشکلات پزشکی نظیر سکته های قلبی و یا .... در محیط آزمایشگاه توجه به موارد ذیل ضروری است.

۳-۱- تماس با اورژانس یا ۱۱۵.



۲-۳- حفظ خونسردی خود و کاهش اضطراب مصدوم و همچنین جلوگیری از افزایش شدت جراحات و یا وخامت احوال مصدوم تا رسیدن تیم اورژانس.

۳-۳- حمل مصدوم به محیط امن با در نظر گرفتن شرایط حمل ایمن در صورت نیاز.

۴-۳- تغییر مکان مصدوم نباید منجر به وخامت حال وی گردد.

۵-۳- انجام کمک های اولیه ( از پیش آموزش دیده شده) تا رسیدن تیم امداد و نجات و یا اورژانس برای مصدوم.

۶-۳- حضور فردی در بیرون از آزمایشگاه برای راهنمایی تیم امدادی به داخل مجموعه و کاهش اتلاف وقت.

در این مواقع و حتی شرایط ساده تر، جعبه کمک های اولیه اهمیت بسیاری پیدا می کند. از این رو چک و کنترل تجهیزات داخل آن از نظر سلامت، تعداد و تاریخ مصرف از اولویت خاصی برخوردار است. همچنین این جعبه ها (کیت ها) باید به سهولت قابل دسترسی باشند و قبلاً به افراد، محل آن ها شناسانده شده باشد.

#### ۴- دستورالعمل های شرایط اضطراری آتش سوزی و یا انفجار

همه آتش سوزی ها باید ثبت به مسئولین ذیربط گزارش شوند. در صورت وجود سیستم های اعلان و حریق از آن ها به سرعت استفاده شود. به طور کلی برخی از خطوط راهنما در این موارد در ذیل آمده است:

۱-۴- خروج ایمن افراد از محل طبق دستورالعمل های خروج اضطراری و عدم استفاده از آسانسور .

۲-۴- محصور کردن آتش به وسیله بستن درب ها .

۳-۴- اعلان حریق ، مکان و میزان آن به ۱۲۵ .

۴-۴- توضیح نوع ، محل ، میزان و اطلاعاتی از آتش و مواد و تجهیزات داخل به آتش نشانان .

۵-۴- استفاده از خاموش کننده ها در صورتی که اطفا ایمن آتش امکان پذیر باشد ( در مراحل اولیه آتش سوزی ) و فرد حتما آموزش کارکرد این وسائل را بداند . قاعدتا این آتش سوزی عرض و طولی بیش از یک کارتن یا سطل زباله و ارتفاعی بیش از زانو نباید داشته باشد و همچنین فرد در زمان استفاده از خاموش کننده مطمئن باشد که راه فرار برای خود تعبیه کرده یا چنین راهی وجود داشته باشد . ( پرهیز از محاصره شدن توسط آتش )

۶-۴- در صورتی که لباس فردی آتش گرفت توجه به موارد ذیل حیاتی است :

۱-۶-۴- عدم حرکت، خوابیدن بر روی زمین و غلطیدن جهت خفه کردن البسه مشتعل ( در صورت امکان و بودن فضای کافی و بی خطر )

۲-۶-۴- استفاده از پتوی آتش نشانی یا پتویی که خود به سرعت مشتعل نشوند جهت خفه کردن شعله ها و آتش . در صورت نبودن چنین امکاناتی ، البسه بزرگی که کمی نمناک باشند نیز می تواند مفید باشد .

۴-۶-۳- خیس کردن فرد آتش گرفته با استفاده از دوش اضطراری ( در صورتی که موادی واکنش پذیر در محل نبوده و یا امکان برق گرفتگی وجود نداشته باشد ) و یا استفاده از سایر منابع .

۴-۶-۴- کمک های نخستین در خصوص افرادی که دچار سوختگی شده اند .

در همین راستا خاموش کننده های قابل حمل باید حداقل سالیانه یک بار بازرسی و بازدید شوند و ماهیانه نیز چک و رویت شوند . در صورت بروز خطا و مشکل حتما نسبت به تعویض آن ها اقدام گردد . همچنین انتخاب آن ها با توجه به نوع آتش انجام شده و محل های استقرار آن ها به افراد ذریبط شناسانده، تعریف شده و قابل دسترسی باشد .



**P**ull the extinguisher's safety pin



**A**im the extinguisher at the source of the flames



**S**queeze the trigger and hold it



**S**weep the source of the flames until the extinguisher runs dry

چهار مرحله استفاده از خاموش کننده های دستی معروف به PASS

در این راستا به طور بسیار خلاصه می توان به تقسیم بندی آتش و خاموش کننده های متناسب آن در استانداردهای NFPA<sup>۹</sup> اشاره نمود. توجه به امکان برق گرفتگی و یا تخریب وسایل الکتریکی و الکترونیکی در هنگام استفاده از خاموش کننده های حاوی آب الزامی است. در ادامه، انواع آتش با منشاء های مختلف بر اساس استاندارد NFPA10.2013 معرفی خواهند شد.

- A: آتش حاصل از مواد قابل اشتعال معمولی نظیر چوب، پارچه و کاغذ ( دارای خاکستر).
- B: آتش حاصل از مایعات و گازهای قابل اشتعال.
- C: آتشی که وسایل برق دار در آن حضور دارند ( حاصل از نقص سیم کشی و یا اتصالات وسایل برقی).
- D: آتش حاصل از فلزات قابل اشتعال نظیر منیزیم.
- K: آتشی که شامل تجهیزات پخت و پز می گردد نظیر روغن ها و چربی های گیاهی و حیوانی.



طبقه بندی آتش بر مبنای NFPA

<sup>۹</sup>National Fire Protection Association .

طبقه بندی	A	B	B	C	D	K
سمبل تصویری						
نوع	مواد قابل احتراق معمول نظیر جامدات (چوب، کاغذ، پارچه و ...)	مایعات قابل اشتعال نظیر بزن و حلال ها	گازهای قابل اشتعال نظیر پروپان	تجهیزات برقدار نظیر کامپیوترها، کس و ...	فشارت قابل احتراق نظیر متانول، ایتانول، ایتانول	مواد آتشزایی نظیر چربی ها و روغن های آتشزایی
آب	✓ Yes	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
فوم	✓ Yes	✓ Yes	✗ No	✗ No	✗ No	✓ Yes <small>(ABF Foam Only)</small>
پودر خشک	✓ Yes	✓ Yes	✓ Yes	✓ Yes	✗ No	✗ No
M28/1.2	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✓ Yes	✗ No
دی اکسید کربن CO2	✗ No	✓ Yes	✗ No	✓ Yes	✗ No	✗ No
مواد شیمیایی غیر خشک	✓ Yes	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✓ Yes

جدول استفاده از خاموش کننده ها برای انواع آتش با منشاء های مختلف



تکنیک توقف، خوابیدن بر روی زمین و غلطیدن برای خاموش کردن البسه آتش گرفته

## ۵- دستورالعمل های مواجهه با نشت مواد شیمیایی

نشت یا ریختن مواد شیمیایی در آزمایشگاه، اقدامات خاصی را می طلبد که اولین آن ها را می توان مطلع کردن سایرین از خطر دانست و در مرحله دوم مشخص کردن اینکه آیا می توان با امکانات موجود آن لکه یا نشت را به طور ایمن پاک سازی کرد یا خیر .

در این گونه حوادث ، احتمال تبخیر و یا تصعید مواد شیمیایی وجود داشته و سمی شدن اتمسفر آزمایشگاه یکی از خطرات جدی به شمار می رود .

در صورت بروز چنین شرایطی تنها افرادی که دارای تجربه ، آموزش و مهارت کافی در این خصوص به همراه PPE و وسایل و کتب مورد نیاز هستند مجاز به مداخله جهت کاهش خطر یا برطرف کردن لکه و یا نشت مواد شیمیایی هستند .

۱-۵- موارد ذیل به صورت عمومی و اختصاصی در خصوص مواجهه با لکه ها و نشت های مواد شیمیایی در آزمایشگاه مفید هستند .

۱-۱-۵- تشخیص نوع ماده شیمیایی و میزان لکه یا نشت .

۱-۲-۵- توجه به SDS<sup>۱۱</sup> ماده شیمیایی و استفاده از تجهیزات تنفسی متناسب

۱-۳-۵- در اختیار داشتن مواد و تجهیزات لازم برای پاکسازی .

۱-۴-۵- در اختیار داشتن تجهیزات حفاظت فردی مناسب .

۱-۵-۵- درک مخاطرات حاصل از حادثه نشت این ماده شیمیایی .

---

<sup>۱۱</sup>Safety Data Sheet  
(MSDS: Material Safety Data Sheet )

- ۵-۱-۶- اشراف به شیوه پاکسازی لکه و نشت پدید آمده.
- ۵-۱-۷- توانایی جسمی و ذهنی برای انجام این کار.
- ۵-۱-۸- اطلاع رسانی به سایرین در خصوص حادثه.
- ۵-۱-۹- جلوگیری از ادامه نشت یا ادامه انتشار در صورت امکان (ایمن بودن عملیات).
- ۵-۱-۱۰- جلوگیری از نفوذ ماده شیمیایی به مجراهای آب با استفاده از ماده جاذب.
- ۵-۱-۱۱- استفاده از ماده جاذب مناسب برای مواد شیمیایی مایع منتشر شده
- ۵-۱-۱۲- قرار دادن مواد جاذب حاوی مواد شیمیایی در داخل ظرفی که غیر قابل نفوذ بوده و مواد شیمیایی را پس نخواهند داد.
- ۵-۱-۱۳- برچسب گذاری ظروف محتوی ماده جاذب آلوده خطرناک.
- ۵-۱-۱۴- علامت گذاری زمین یا مکان های آلوده با چیزی شبیه گچ در صورت امکان.
- ۵-۱-۱۵- شستشو و پاکسازی محل انتشار به شیوه ایمن.

۲-۵- نکات حائز اهمیت در خصوص مواد جاذب

در استفاده از مواد جاذب برای جذب و جمع آوری لکه های شیمیایی دقت بسیاری لازم است تا خود ماده جاذب با ماده نشت کرده واکنشی انجام ندهد. از این رو در ادامه برخی مواد مفید در این زمینه معرفی و پیشنهاد می گردد ولی این مواد جاذب برای هر موردی مفید نخواهند بود. پس مطلع نمودن مسئولین ذیربط در صورت بروز هرگونه شک و شبه ای در این خصوص، ضروری است.

۲-۵-۱- مواد جاذب برای لکه های اسیدی به جز اسید هیدروفلوریک

- کربنات سدیم
- بی کربنات سدیم
- کربنات کلسیم
- بی کربنات کلسیم
- از خاک رس برای سرریز ها و یا نشت های اسیدی استفاده نگردد.

۲-۵-۲- برای لکه های ( نشت های ) اسید هیدروفلوریک

ترکیبات کلسیم دار نظیر سولفات کلسیم ، کربنات کلسیم و یا هیدرو اکسید کلسیم با یون فلئور واکنش انجام داده و آن را جذب کند. استفاده از بی کربنات سدیم در این زمینه ممنوع است.

۲-۵-۳- برای لکه های بازی

استفاده از اسید سیتریک یا اسید ضعیف دیگری جهت کاهش PH.



۴-۲-۵- برای لکه های روغنی

می توان از ورمیکولیت<sup>۱۱</sup> یا خاک رس استفاده نمود .

۴-۲-۵- برای مایعات اکسید کننده

استفاده از ورمیکولیت ، خاک رس و یا مواد جاذبی که واکنش با ماده مورد نظر نداشته باشند . از دستمال کاغذی یا شویه آن استفاده نشود .

۴-۲-۵- برای لکه های جیوه

جیوه پخش شده را مستقیماً در سطل زباله یا مجرای آب نریزید . (هیچ ماده شیمیایی را در مجرای آب نریزید .) و ماده جاذبی برای جیوه وجود ندارد و از روش های فیزیکی برای جمع آوری آن ( با احتیاط و آرامش ) باید استفاده کرد . استنشاق بخار جیوه بسیار خطرناک است . ( پس مراقب لامپ های فلورست و شکستن آن ها باشید ) . اگر چه پودر گوگرد تا حدی مانع تشکیل بخارات جیوه خواهد شد ولی پاک کردن لکه را تا حد زیادی پیچیده و مشکل خواهد نمود . در این خصوص توجه به تهویه مناسب و حتی استفاده از ماسک های مناسب در صورت نیاز ، ضروری می باشد .

به خاطر داشته باشید با توجه به خطرات نشت یا بروز لکه های شیمیایی در آزمایشگاه باید کتب و اسناد و دستورالعمل های جمع آوری این گونه لکه ها در آزمایشگاه قرار داده شود تا در مواقع لزوم توسط افرادی که همگی آموزش دیده نیز هستند به کار برده شود .

---

<sup>۴</sup>Vermiculite

## ۳-۵- تجهیزات نظیر چشم شوی و دوش اضطراری

تمامی آزمایشگاه هایی که از مواد خطرناک شیمیایی به ویژه مواد دارای خاصیت خوردگی استفاده می کنند، باید دارای دوش و چشم شوی اضطراری باشند. این تجهیزات باید به فاصله ۱۰ ثانیه قابل دسترس باشند. جهت مطالعه بیشتر در این زمینه استانداردهای ANSI 2358.1 -2009&2014 پیشنهاد می گردد.

تست عملکرد این تجهیزات به صورت هفتگی و بازرسی سالیانه آن ها در این استانداردها ارائه شده است.



نمونه ای از دوش و چشم شوی اضطراری

در زمان آلودگی های شیمیایی و استفاده از دوش اضطراری ذکر این نکته ضروری است که زمان ماندن در زیر دوش حداقل ۱۵ دقیقه (تا رسیدن کمک)

بوده و همچنین و در آوردن لباس های آلوده حتما پس از شروع به دوش گرفتن، صورت پذیرد . در خصوص آلودگی با اسید هیدروفلوریک نیز به SDS این ماده توجه شود .

۴-۵- با توجه به مطالبی که در خصوص شرایط اضطراری و برنامه واکنش در شرایط اضطراری ارائه شد ذکر نکات ذیل را می توان جمع بندی کلی این مبحث در نظر گرفت :

پیش از ورود به آزمایشگاه باید :

۴-۵-۱- مکان و نوع آزمایشگاه را کاملا شناسایی کرد و محل های ورود و خروج و مشکلات احتمالی مسیر را به خاطر سپرد .

۴-۵-۲- مخاطرات موجود در آزمایشگاه را شناخت و آماده شرایط اضطراری و یا مواجهه با آنها بود .

۴-۵-۳- کلیه مدارک نظیر دستورالعمل های اجرایی استاندارد SOP<sup>۱۲</sup> ، کتابچه ها ، SDS ها و ... مرتبط با سلامت ، ایمنی و محیط زیست را مطالعه نمود .

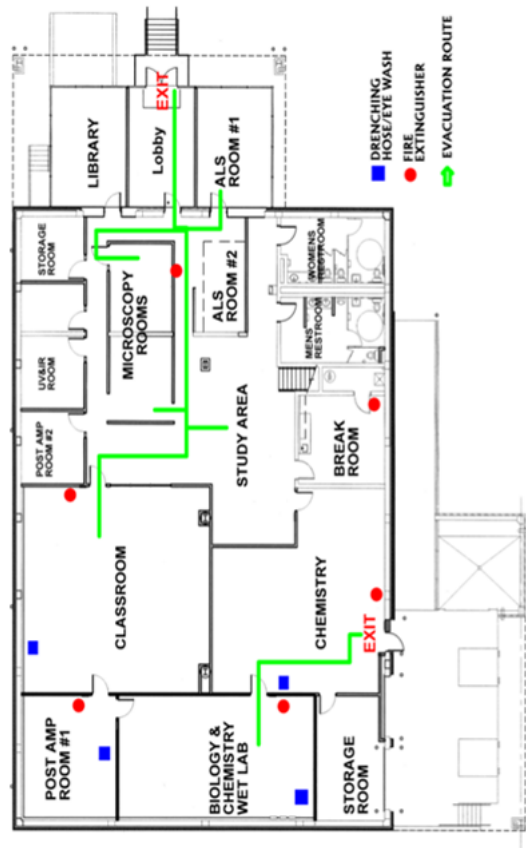
۴-۵-۴- محل های نصب و استقرار خاموش کننده ها و شستی های (دکمه های) اعلان حریق را به خاطر سپرد .

۴-۵-۵- محل های تعبیه جعبه کمک های اولیه را شناسایی کرد ، همچنین شماره تلفن و افرادی که باید در مواقع ضروری با آن ها تماس گرفت را دانست .

---

<sup>۱۲</sup>Standard Operational Procedure

نمونه ای از یک نقشه ساده واکنش در شرایط اضطراری در ادامه آمده است. محل های خروج امن ، قرار گیری تجهیزات دوش و چشم شوی اضطراری و خاموش کننده های آتش کاملا مشخص شده است.



نمونه ای از یک نقشه ساده واکنش و تخلیه در شرایط اضطراری

## ایمنی مواد شیمیایی و ملاحظات آن

اگرچه تک تک تلاش های کارکنان ، اساتید و دانشجویان آزمایشگاه ها برای استفاده ایمن از مواد شیمیایی بسیار پسندیده و لازم است ولی وجود برنامه ای جامع برای سازماندهی این تلاش ها و همچنین مشترک نمودن رویه ها و اقدامات، کاملاً ضروری است. این برنامه را برنامه سلامت مواد شیمیایی<sup>۱۳</sup> CHP گویند. در واقع CHP برنامه ای است مکتوب که خط مشی ، دستورالعمل ها و مسئولیت ها را برای محافظت از کارکنان در مقابل خطرات همراه با مواد شیمیایی خطرناک در محل کارهای خاص مشخص می کند .

۱- این برنامه دارای الزاماتی است که در ادامه به آن اشاره شده است :

۱-۱- دستورالعملهای (رویه) استاندارد اجرایی مربوط به سلامت و ایمنی هر یک از فعالیت ها که با مواد شیمیایی خطرناک سر و کار دارند

۱-۲- معیارهایی که مسئولین برای تعیین و اجرای اقدامات کنترلی در جهت کاهش مواجهه با مواد خطرناک باید اتخاذ کنند، نظیر روشهای کنترل مهندسی، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و اقدامات

---

<sup>۱۳</sup>Chemical Hygiene Plan

بهداشتی که باید در خصوص مواد بسیار خطرناک، توجه ویژه ای به آن مبذول گردد.

۳-۱- الزاماتی برای اطمینان از صحت عملکرد هودها و سایر تجهیزات حفاظتی و مشخص نمودن اقدامات خاصی که کارفرما برای اطمینان از عملکرد مناسب تجهیزاتی نظیر موارد نام برده باید انجام دهد.

۴-۱- اطلاعات زیر به افرادی که با مواد شیمیایی خطرناک سر و کار دارند ارائه گردد:

۴-۱-۱- مطالب و محتویات استاندارد آزمایشگاه و موارد کاربرد آن

۴-۱-۲- مشخص کردن محل و چگونگی دسترسی به برنامه سلامت مواد شیمیایی (دانشگاه).

۴-۱-۳- مقادیر مواجهه مجاز (PEL)<sup>۴</sup> مواد مشخص گردد.  
(TLV, PEL, STEL و ...)

۴-۱-۴- علائم و نشانه های مربوط به مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک مورد استفاده در آزمایشگاه.

۴-۱-۵- در دسترس بودن منابع جهت مواردی چون: خطرات، حمل ایمن، انبارش و نگهداری و دفع مواد شیمیایی خطرناک که در آزمایشگاه وجود دارد، و ... البته در این موارد نباید به برگه اطلاعات ایمنی ارسال شده از تولیدکننده یا تامین کننده اکتفا کرد.

۴-۱-۶- شرایطی که نیازمند تایید مجدد یا اخذ مجوز مسئولین برای انجام یک عملیات خاص آزمایشگاهی و یا یک فعالیت و رویه است

---

<sup>۴</sup>Permissible Exposure Limit

۱-۴-۷- تعیین مسئول اجرای برنامه سلامت مواد شیمیایی و در صورت نیاز تخصیص یک افسر (مامور) سلامت مواد شیمیایی و نیز ایجاد کمیته سلامت مواد شیمیایی.

۱-۴-۸- تمهید و تعیین شرایط و قوانین تکمیلی و اضافه برای مواردی که افراد با مواد خطرناک نظیر مواد سرطان زا ، سموم باروری و مواد با سمیت حاد سر و کار دارند . این قوانین خاص می تواند شامل موارد زیر باشد :

- ایجاد یک محدوده تعیین شده .
- استفاده از تجهیزات حفاظتی مهار کننده نظیر هود ها و جعبه های دستکش دار.
- دستورالعمل های دفع و حذف ایمن پسماند های آلوده .
- دستورالعمل ها و رویه های بی خطر سازی و پاک سازی.
- بررسی و ارزیابی اثر بخشی برنامه سلامت مواد شیمیایی به صورت سالیانه و به روز رسانی آن در صورت لزوم .

۲- با توجه به موارد خطوط راهنمای کلی و الزامی برای طرح ( برنامه ) سلامت مواد شیمیایی ، می توان جزئیات این برنامه را نیز درگام های اجرایی تر و جزئی تر در نظر گرفت که برخی از آنها در ذیل اشاره شده است و با توجه به حجم بالای مطالب توضیحات، مختصری درباره برخی از آنها ارائه خواهد شد .

۱-۲- ارزیابی و بررسی خطرات شیمیایی و فیزیکی شامل :

- مایعات قابل احتراق و اشتعال
- مواد خورنده
- اکسیدکننده ها
- مواد با قابلیت واکنش پذیری بالا ( مواد ناپایدار )
- پراکسیدها
- مواد قابل انفجار
- مایعات سرد و بسیار سرد
- مواد آلرژی زا و حساسیت آور
- مواد محرک
- گازهای فشرده
- موادی با خطرات خاص
- نانومتریال ها
- مواد رادیواکتیو و تجهیزات تولید کننده تشعشع
- ...



- ۲-۲- راه های ورود به بدن و در معرض مخاطرات شیمیایی قرار گرفتن.
- ۲-۳- روش های کنترل و کاهش اثرات و مخاطرات مواجهه با مواد شیمیایی.
- ۲-۴- تایید و صحه گذاری به دستورالعمل های اجرایی (عملیاتی) استاندارد و مراقبت های ویژه.
- ۲-۵- خرید، برچسب گذاری، انبارش، نگهداری و فهرست نگاری و حمل و نقل مواد شیمیایی.
- ۲-۶- مدیریت پسماند های شیمیایی / خطر ناک.
- ۲-۷- آموزش و اطلاع رسانی در خصوص مواد شیمیایی خطرناک.
- ۲-۸- بازدید و بازرسی آزمایشگاه.
- ۲-۹- شرایط اضطراری و تجهیزات مرتبط، نظیر نشت، سرریز و یاریختن مواد شیمیایی.
- ۲-۱۰- بررسی های سلامت و پزشکی افراد.
- ۲-۱۱- تجهیزات حفاظت فردی مربوط و لازم برای انجام امور آزمایشگاه
- ۲-۱۲- برچسب گذاری و علائم روی مواد شیمیایی.

در خصوص شناسایی مواد و برچسب گذاری بر روی آنها روش های مختلفی وجود دارد. مثلاً یکی از معروفترین روش ها استفاده از لوزی خطر است که بر طبق استانداردهای NFPA<sup>۱۵</sup> ارائه می گردد. همچنین سیستم

---

<sup>۱۵</sup>National Fire Protection Association

برچسب گذاری شبیه NFPA نیز به نام سامانه شناسایی مواد خطرناک<sup>۱۶</sup> HMIS وجود دارد که نمونه آن ها ارائه خواهد شد .

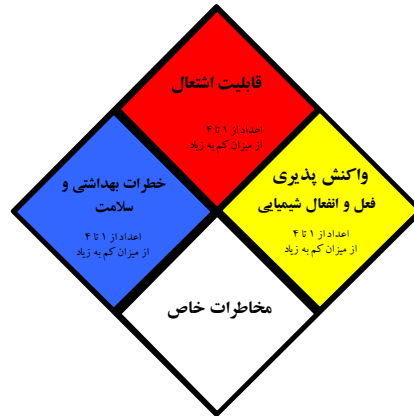
#### ۲-۱۲-۱- لوزی خطر :

این لوزی که نشان دهنده خطرات و میزان کمی شده این نسبت ها به بیننده می باشد که از استاندارد NFPA704 اقتباس شده و در چهار رنگ قرمز، آبی، زرد و سفید، نشانگر آتش گیری، خطرات سلامت، واکنش پذیری و خطرات خاص است. هر کدام از این خطرات از عدد ۰ تا ۴ دسته بندی شده اند که عدد صفر یعنی کمترین خطر (امکان خطر در این مخاطره) و عدد ۴ به حداکثر آن اختصاص دارد. در بخش سفید رنگ لوزی نیز خطرات خاصی چون واکنش پذیری با آب ، اکسید کننده بودن، خورنده بودن، اسیدی یا قلیایی بودن و... با علائمی چون  $\text{ox, cor, acid, alk}$  و ... نشان داده می شود.

بدین ترتیب در صورتی که در لوزی خطر یک ماده شیمیایی، اعداد رنگ های آبی ، قرمز و زرد به سمت صفر میل کند آن ماده کم خطرتر و هرچه به سمت عدد ۴ میل کند، خطرات ماده افزایش پیدا می کند. همچنین خطرات و یا ملاحظات خاص آن ماده نیز در بخش سفید (پایین) لوزی قابل مشاهده خواهد بود .

---

<sup>۱۶</sup>Hazardous Material Identification System



لوزی خطر NFPA برای شناسایی سریع مخاطرات یک ماده

۲-۱۲-۲- برچسب سامانه شناسایی مواد خطرناک HMIS:

در مربع یا مستطیل HMIS نوارهای رنگی به رنگ های آبی ، قرمز و نارنجی از بالا به پایین مسئول معرفی خطرات سلامتی ، آتش گیری و خطرات فیزیکی هستند و نوار سفید رنگ در پایین ترین رنگ ، اشاره به تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز ماده شیمیایی مورد نظر دارد . در مقابل رنگ های قرمز تا نارنجی اعداد ۰ الی ۴ شبیه منطق NFPA به معرفی میزان خطر ماده می پردازند و در مقابل بخش تجهیزات حفاظت فردی اعداد ۰ تا ۴ به همراه حروفی از A تا X,K و ... نشان دهنده سطح نیاز به PPE نوع تجهیزات حفاظتی مورد نظر می باشد . در بخش خطرات مربوط به سلامت، علامت ستاره نشان دهنده تاثیرات بلند مدت ماده شیمیایی می باشد. نمونه ای از برچسب های HMIS به همراه معرفی حروف و کد های تجهیزات حفاظت فردی در آن در ادامه ارائه خواهد شد.



نمونه ای از برچسب HMIS

PERSONAL PROTECTION INDEX					
A			G		
B			H		
C			I		
D			J		
E			K		
F			X	Consult your supervisor or S.O.R. for "SPECIAL" handling directions	
A	n	o	p	q	r
Safety Glasses	Splash Goggles	Face Shield & Eye Protection	Gloves	Boots	Synthetic Suit
t	u	w	y	z	Additional Information
Dust Respirator	Vapor Respirator	Dust & Vapor Respirator	Full Face Respirator	Apron Hood or Mask	

معرفی اجمالی تجهیزات حفاظت فردی به همراه حروف و کدهای مرتبط در HMIS

همانگونه که اشاره شد، کشور های مختلف ممکن است از سامانه های مختلفی برای دسته بندی ، علامت و برچسب گذاری مواد شیمیایی استفاده کنند و حتی ممکن است در یک کشور نیز از چندین روش مختلف استفاده گردد. از این رو وجود یک کمیته بین المللی که بتواند سامانه ای هماهنگ و جهانی را برای این امر طراحی و تولید نماید ضروری به نظر می رسد. در سال ۲۰۰۵ میلادی اولین نسخه از سامانه هماهنگ جهانی طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی<sup>۱۷</sup> GHS برای این منظور منتشر شد و آخرین بسته منتشر شده آن مربوط به سال ۲۰۱۳ می باشد .

برخی اجزای اصلی و کلیدی ارائه شده در این سامانه برای معرفی مواد شیمیایی عبارتند از :

- بر گه اطلاعات ایمنی SDS که پیش از این MSDS<sup>۱۸</sup> نامیده می شد .
- گروه خطر : سلامت ، فیزیکی و محیط زیست .
- کلاس خطر : در هر گروه کلاسه بندی های خاصی صورت گرفته است که گروه خطرات سلامتی به ۱۰ دسته، فیزیکی ۱۶ دسته و زیست محیطی به ۲ دسته تقسیم شده اند و در ادامه به آنها اشاره خواهد شد.
- کلمه راهنما (هشدار) Signal Word : این کلمه نشان دهنده سطح خطر بوده و خواننده را در برابر آن آگاه می کند واز کلمات Danger و Warning در آن استفاده می شود .

---

<sup>۱۷</sup>Globally Harmonized System of Classification & labeling of chemicals .

<sup>۱۸</sup>Material Safety Data Sheet .

- بیانیه ( جمله ) خطر Hazard Statement :

توضیحاتی در خصوص کلاس و گروه خطر مواد شیمیایی .

- بیانیه احتیاط و پیکتو گرام:

#### Precautionary Statements & pictograms

شامل احتیاط های لازم برای مواجهه با ماده شیمیایی و پیکتو گرام مربوطه.

- مشخص کننده محصول :

نام، فرمول و مشخصات محصول یا ماده شیمیایی کاملاً در آن  
ارائه می گردد .

- مشخص کننده تامین کننده :

نام، آدرس، شماره تلفن، سازنده یا تامین کننده ماده شیمیایی مد نظر .

در ادامه پیکتو گرام های GHS به همراه یک نمونه برجسب GHS  
برای آشنایی بیشتر ارائه شده است .



پیکتو گرامهای GHS



نمونه یک برچسب منطبق با GHS

### ۳- نکاتی در خصوص نگهداری ایمن مواد شیمیایی:

ذخیره سازی، انبارش و نگهداری ایمن مواد شیمیایی باید از شناسایی صحیح این مواد و خطرات ذاتی و خواص آنها آغاز گردد. از آنجایی که بسیاری از مواد شیمیایی بسته به میزان غلظت یا مقدار حجم خود، دارای خطرات مختلف و با میزان تاثیر و پیامدهای گوناگون هستند، ارائه یک فرمول خاص برای استفاده از تجهیزات حفاظت فردی برای آنها چندان کار صحیحی به نظر نمی‌رسد و باید برای هر شرایط خاصی تمهیدات خاص و ویژه‌ای در نظر گرفته شود. با این حال ملاحظات عمومی نظیر دما، کنترل جرقه و نقطه شعله زنی، تهویه، جدا سازی و تفکیک و نیز تمهیدات شناسایی آنها می‌تواند به صورت راهنمایی‌هایی عمومی مطرح گردد.

تکنیک‌هایی نظیر جداسازی (استفاده از عامل فاصله)، تفکیک (استفاده از جدا سازی فیزیکی) و یا ایزوله کردن با توجه به میزان و شدت خطر،

مقدار ماده شیمیایی ذخیره شده، اندازه ظروف نگهداری، قابلیت ضدضربه و نشکن بودن ظروف و... به کار برده می شود. خواص فیزیکی و اندازه ظروف محتوی ماده شیمیایی ممکن است ذخیره کنندگان را به تولید یا تبعیت از دستورالعمل ها و روش های خاص اجرایی ایمن در این خصوص سوق داده و مجاب نماید. تهویه مناسب برای مواد شیمیایی لازم است چرا که ممکن است این مواد حاوی (متصاعد کننده) بخارات خطرناکی نظیر بخارات قابل اشتعال و انفجار، خوردنده، سمی و یا آزار دهنده باشند. این مهم زمانی که مواد شیمیایی ذخیره شده در گروه مواد فرار قرار گیرد، اهمیت ویژه ای پیدا می کند.

مایعات قابل اشتعال باید ضمن برچسب گذاری صحیح و شفاف (خوانا) در کابینت های مخصوص نگهداری شوند که حداقل توانایی نگهداری (ضد حریق بودن) ۳۰ دقیقه در زمان آتش سوزی را دارا باشند همچنین این محفظه ها باید مقاومت کافی در برابر حوادثی که منجر به ضربه و تخریب می شوند را داشته باشند.

با توجه به امکان واکنش مواد شیمیایی با یکدیگر، لزوم دقت به این مواد بسیار مهم و ضروری است و شناسایی مواد ناسازگار از اهمیت حیاتی برخوردار است. تفکیک و چیدمان مواد شیمیایی، هیچ گاه نباید براساس حروف الفبا، میزان استفاده یا سهولت دسترسی انجام شود. بلکه تفکیک و نگهداری مواد شیمیایی باید براساس کلاس و گروه خطر مواد شیمیایی و ناسازگار بودن آنها نسبت به یکدیگر طراحی و اجرا گردد (رجوع شود به SDS).



در برخی موارد مسئولین یا دانشجویان و کارشناسان ناگزیر از نگهداری مواد شیمیایی در یخچال یا فریزر هستند که نباید با یخچال عمومی (با استفاده معمولی و حاوی مواد خوراکی) یکی باشد. همچنین مایعات قابل اشتعال نباید در یخچال ها و فریزرهای معمولی نگهداری شوند بلکه باید از وسائل برودتی که برای همین منظور طراحی و ساخته شده اند، استفاده شود. همچنین نگهداری هر گونه حلال قابل اشتعال در نزدیکی هرگونه منشاء و منبع جرقه و شعله از وسایل الکتریکی و الکترونیکی گرفته تا جایی که امکان تخلیه الکتریسیته ساکن وجود داشته باشد، ممنوع است.

قانون قطعی مبنی بر اینکه مواد در چندگروه باید تفکیک شوند وجود ندارد. میزان، دقت و درجه تفکیک بسته به میزان ریسک حاصل از انبارش مواد شیمیایی می تواند تغییر پیدا کند. ایزولاسیون مواد شیمیایی براساس کلاس ها و گروه بندی های خطر پایه، بسیاری از واکنش ها و حوادث احتمالی را که بر اثر تبخیر، نشت و یا شکستن ظروف به وجود می آید را حذف خواهد کرد.

برخی از این گروه بندی ها عبارتند از:

- مایعات قابل اشتعال
- اسید های آلی
- اسید های غیر آلی
- گروه بازها
- اکسید کننده ها
- سموم آلی

- سموم غیر آلی
- مواد واکنش پذیر با آب یا هوا
- سموم سطح Schedule 1 نظیر آرسنیک ، سیانید ها
- ...

درخصوص خطرات یاد شده برای مواد شیمیایی، ذکر موارد زیر، ضروری به نظر می رسد. عوامل مختلفی میتواند درخصوص نحوه رفتار مواد شیمیایی و خطرات حاصله تاثیرگذار باشد . برخی خطرات به خودی خود به همراه ماده وجود دارند و برخی دیگر در اثر بروز شرایطی به وجود می آیند که عوامل زیر در آنها دخیل هستند:

- غلظت مواد شیمیایی
- حالت مواد شیمیایی ( جامد ، مایع ، گاز )
- فرآیند فیزیکی تاثیر گذاری بر روی مواد شیمیایی نظیر برش ، گرما دادن ، سرد کردن و ...
- فرآیند شیمیایی تاثیر گذاری بر روی مواد شیمیایی نظیر اختلاط با ماده شیمیایی دیگر ، تخلیص ، تقطیر و ...
- سایر فرآیند های تاثیر گذاری بر روی مواد شیمیایی نظیر نگهداری نامناسب ، افزایش (افزوده شدن) رطوبت ، نگهداری زیر نور خورشید ، یخ زدگی و ...

همانگونه که ذکر شد سامانه هماهنگ طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی، خطرات مواد شیمیایی را در سه دسته فیزیکی، سلامت و محیط زیست تقسیم بندی نموده است که این گروه بندی و زیر گروه های آن در ادامه خواهد آمد. با توجه به لزوم فراگیری و آشنایی خوانندگان محترم با این موارد، تقسیم بندی ها به زبان انگلیسی و فارسی ارائه خواهد شد.

❖ مواد شیمیایی خطرناک دارای مخاطرات فیزیکی

#### Physical hazards

- Explosives (انفجاری)
- Flammable gases (گازهای قابل اشتعال)
- Aerosols (آئروسل ها)
- Oxidizing gases (گازهای اکسید کننده)
- Gases under pressure (گازهای تحت فشار)
- Flammable liquids (مایعات قابل اشتعال)
- Flammable solids (جامدات قابل اشتعال)
- Self-reactive substances and mixtures (مواد و مخلوط هایی که خود واکنش هستند.)
- Pyrophoric liquids (مایعات پیروفوریک)
- Pyrophoric solids (جامدات پیروفوریک)
- Self-heating substances and mixtures (مخلوط ها و موادی که خود به خود گرم می شوند.)
- Substances and mixtures which, in contact with water emit flammable gases

(مخلوط ها و موادی که در مواجهه با آب، گازهای قابل اشتعال متصاعد می کنند.)

- Oxidizing liquids ( مایعات اکسید کننده )
- Oxidizing solids ( جامدات اکسید کننده )
- Organic peroxides ( پراکسیدهای آلی )
- Corrosive to metals ( خورنده فلزات )



علائم مربوط به برخی خطرات فوق در سامانه های مختلف جهت آشنایی

❖ مواد شیمیایی خطرناک برای سلامت

## Health hazards

- Acute toxicity ( سمیت حاد )
- Skin corrosion/irritation ( خوردگی یا سوزش پوست )
- Serious eye damage/eye irritation  
( آسیب جدی به چشم سوزش چشم / )
- Respiratory or skin sensitization  
( حساس کننده پوست یا دستگاه تنفسی )
- Germ cell Carcinogenicity ( سرطان سلولهای زایا )
- Reproductive toxicity  
( مسمومیت دستگاه تناسلی با یکبار مواجهه )
- Specific target organ toxicity - single exposure  
( مسمومیت یک ارگان مشخص - با یکبار مواجهه )
- Specific target organ toxicity - repeated exposure  
( مسمومیت یک ارگان مشخص - با تکرار مواجهه )
- Aspiration hazard ( مخاطرات آسپیراسیون )



برخی علائم مربوط به مخاطرات سلامت در سامانه های مختلف

❖ خطرات زیست محیطی مواد شیمیایی

#### Environmental Hazards

- Hazardous to the aquatic environment (acute and chronic) (خطرناک برای محیط های آبی (حاد و مزمن))
- Hazardous to the ozone layer (خطرناک برای لایه ازن)

## مخاطرات و ایمنی زیستی<sup>۱۹</sup> در آزمایشگاه ها

### Biological Safety in Laboratories

در آزمایشگاه های تحقیقاتی و دانشگاهی معمولاً علاوه بر آزمایش های شیمی ، بررسی هایی نیز در خصوص موارد و مسائل زیستی انجام می شود که این امر مخاطرات خاص خود و ملاحظات ویژه ای را می طلبد از این رو در ادامه مختصری در خصوص مخاطرات و ایمنی زیستی و مسائل مربوط به آن ارائه خواهد شد .



نمونه هایی از علائم هشداری مخاطرات زیستی

معمولاً سطوح ایمنی زیستی<sup>۲۰</sup> BSL با توجه به گروه های ریسک (خطر)<sup>۲۱</sup> RG یا در معرض خطر اعلام شده و متناسب هستند. سازمان بهداشت جهانی

---

<sup>۱۹</sup>Biological Safety (Bio Safety )

<sup>۲۰</sup>Bio Safety Level

<sup>۲۱</sup>Risk Group

WHO گروه های ریسک را به ۴ گروه RG1 الی RG4 تقسیم بندی می نماید و با افزایش اعداد از ۱ به ۴ ، ریسک حاصله از فعالیت ها و یا در معرض این گروه ها قرار گرفتن ، افزایش پیدا می کند .

سازمان بهداشت جهانی براساس ارگانسیم های عفونی شده، گروه های ریسک و یا در معرض خطر را به شرح ذیل اعلام می نماید :

1 Risk Group (RG1): بدون خطر یا کم خطر برای افراد و جامعه.

میکرو ارگانسمی است که بیماری زایی آن برای انسان و یا حیوانات چندان محتمل نیست .

2 Risk Group (RG2): مخاطره متوسط برای افراد و ریسک پایین برای جامعه.

پاتوژنی که می تواند باعث بیماری انسان و یا حیوانات شود ولی مخاطره جدی برای کارکنان آزمایشگاه، جامعه ، حیوانات و محیط زیست به حساب نمی آید . در اثر مواجهه آزمایشگاهی با آن، امکان بروز عفونت جدی وجود دارد ولی تمهیدات و اقدامات پیشگیرانه و درمانی موثر موجود است و ریسک گسترش مبتلایان به عفونت محدود و کنترل شده است .

3 Risk Group (RG3): ریسک فردی بالا و ریسک کم برای جامعه.

پاتوژنی است که معمولا موجب بیماری های جدی انسان و یا حیوانات می شود اما در شرایط عادی (معمولی)، مسری نیست و از فرد آلوده به دیگری



منتقل نمی شود. همچنین اقدامات پیشگیرانه ممکن بوده و درمان موثر نیز در دسترس است .

#### 4 Risk Group (RG4): ریسک بالای فردی و اجتماعی (برای جامعه).

پاتوژنی است که معمولاً باعث بیماری جدی انسان یا حیوانات شده و به آسانی از فردی به فرد دیگر به طور مستقیم یا غیرمستقیم منتقل می شود و معمولاً اقدام پیشگیرانه و درمان موثری نیز در دسترس نیست.

اصلی ترین هدف هر برنامه ایمنی زیستی (Bio Safety) ، مهار و باز داشتن عواملی است که پتانسیل آسیب رسانی را دارند . واژه مهار را می توان اینگونه توصیف کرد: روش های ایمن ، تجهیزات و امکاناتی برای مدیریت مواد آلوده و عفونی که در آزمایشگاه استفاده ، بررسی و یا تولید می شوند و گاهی حمل نیز می گردند . هدف این بازدارندگی حذف و یا کاهش مواجهه کارکنان آزمایشگاه ، سایر افراد و محیط (زیست) بیرون از آزمایشگاه با عوامل بالقوه خطرناک است.

#### 1. (Bio Safety Level1 ) BSL1

این سطح برای کار بر روی عواملی که کاملاً شناخته شده بوده و باعث بیماری انسان در حالت عادی نمی شوند (خطر پایین) مناسب است و کارها می تواند بر روی میزهای معمولی و باز انجام شده و نیازی به جدا سازی این آزمایشگاه از ساختمان (محل عبور و مرور افراد دیگر) نیست . البته استفاده از

تجهیزات حفاظت فردی نظیر روپوش آزمایشگاه ، دستکش و محافظ های چشم الزامی است . در این آزمایشگاه باید یک سینک دستشویی برای شستشوی دست وجود داشته باشد و محیط استراحت دانشجویان ، محققین و کارکنان با یک درب از محیط آزمایشگاه جدا شده باشد همچنین در این آزمایشگاه استفاده از شیوه عملکردی استاندارد میکروبیولوژیکال الزامی است ولی نیازی به نصب علامت خطر زیستی بر روی درب این آزمایشگاه نیست .



تصویری از یک آزمایشگاه BSL1

## 2. (Bio Safety Level 2 ) BSL2

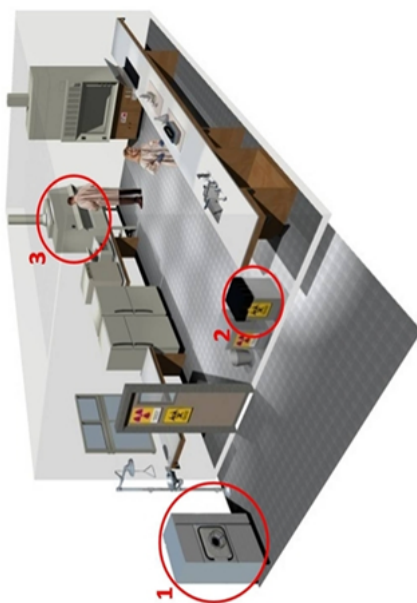
مرحله بعدی ایمنی زیستی، BSL2 است که بر پایه BSL1 بنا می شود . در واقع تمامی مواردی که در BSL2 به آن اشاره خواهد شد، ملزومات BSL1 را به عنوان شرایط پایه دارا خواهند بود . در صورتی که بر روی آزمایشگاهی علامت BSL2 نصب شده باشد و یا برای این منظور طراحی و تعیین شده باشد ، افراد داخل آزمایشگاه در معرض میکروبهایی با ریسک و خطر متوسط برای افراد و محیط زیست خواهند بود . این میکروب ها معمولاً بومی و باعث بیماری هایی با شدت متغیر می شوند . از جمله این موارد در BSL2 می توان به استافیلوکوک طلایی اشاره کرد . در BSL2 علاوه بر تمهیدات و ملاحظات BSL1 راهبردهای بازدارنده زیر نیز لازم الاجراست:

- دسترسی به آزمایشگاه فقط در محدوده زمانی انجام کار مجاز می باشد .
- نصب علائم خطر زیستی (Bio Hazard) بر روی درب آن الزامی است . علاوه بر تجهیزات حفاظت فردی یاد شده در BSL1 ، استفاده از حفاظ صورت نیز الزامی است .
- تمامی فعالیتها ممکن است باعث تولید آلودگی هایی عفونی به فرم آئروسول و یا پرتاب ذرات و قطرات و یا شبیه این موارد شود، باید در BSC<sup>۲۲</sup> انجام شود .
- وجود یک اتو کلاو و یا روش جایگزین دیگر برای بی خطر سازی پسماند ها .
- درب های آزمایشگاه باید خود باز شونده (بسته شونده ) و بدون دخالت دست باشند .

---

<sup>۲۲</sup>Bio Safety Cabinet

- تجهیزات سینک و چشم شوی اضطراری آماده و در دسترس باشند.
- کارکنان این آزمایشگاه ها باید از نظر پزشکی مورد بررسی قرار گیرند.
- تجهیزات آزمایشگاه در پایان کار ، پیش از تغییر و یا خروج از آزمایشگاه بی خطر سازی شوند .
- در این مرحله ارجاع البسه آزمایشگاه به منزل پیشنهاد نمی شود .
- پنجره رو به بیرون برای این سطح پیشنهاد نمی شود و در صورت وجود باید دارای حفاظ مشبک باشد .



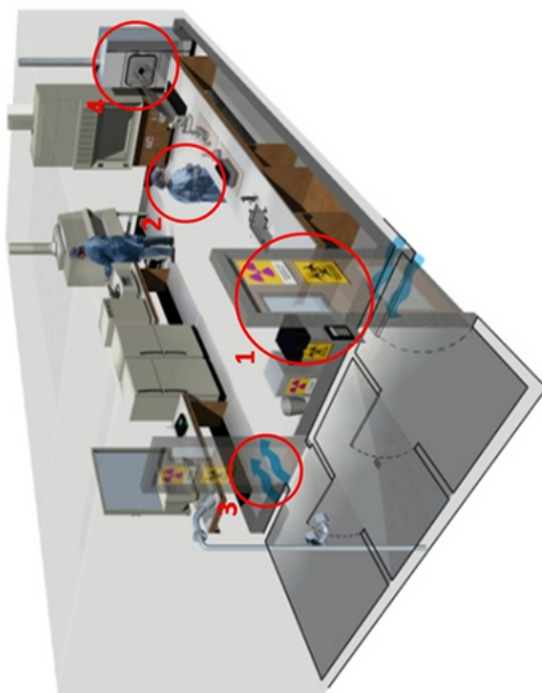
تصویری از یک آزمایشگاه BSL2 و تفاوت های آن با BSL1 که با رنگ قرمز شماره گذاری شده است.

## 3. (Bio Safety Level 3 ) BSL3

BSL3 نیز همانند BSL2 بر پایه الزامات مرحله پیش از خود یعنی BSL2 پایه گذاری می گردد. در این آزمایشگاه ها ، میکروب ها می توانند بومی و یا غیر بومی و وارداتی باشند و گاهی می توانند به شیوه انتقال از طریق سیستم تنفسی باعث بیماری های جدی و حتی کشنده شوند. از جمله عوامل بیماری زا در سطح BSL3 ، که از طریق تنفس و مجاری هوا منتقل می شوند ، میکروب مایکوباکتریوم توبرکولوزیس است که عامل بیماری سل می باشد .

- علاوه بر تمهیدات و تجهیزات مورد نیاز BSL2 ، شرایط زیر در BSL3 حکم فرماست .
- علاوه بر اینکه کارکنان از نظر پزشکی و سلامت تحت نظر هستند بهتر است واکسن مقابله و ایمن سازی در مقابل عوامل بیماری زا را نیز دریافت کنند .
- دسترسی به آزمایشگاه در تمامی اوقات محدود و تحت کنترل می باشد .
- علاوه بر تجهیزات حفاظت فردی یاد شده در BSL2 ممکن است تجهیزات تنفسی (Respirators) نیز مورد نیاز و استفاده باشند .
- تمامی آزمایشات بر روی میکروب ها و باکتری ها باید در داخل BSC انجام شود .
- یک دستشویی بدون نیاز به باز کردن شیر با دست و یک چشم شوی اضطراری در نزدیکی درب خروج تعبیه شده باشد .

- هوای خروجی نباید مجدداً به داخل آزمایشگاه برگردد (حتی در تجهیزاتی نظیر BSC ها) و هوای ورودی نیز باید از محل و فضای پاک تامین گردد.
- این آزمایشگاه ها دارای دو درب ورودی پشت سر هم (با یک فضای بین درب ها) می باشند که باید خود بسته شونده و قفل شونده اتوماتیک باشند.
- تمامی پنجره ها باید آب بند شده و غیر قابل نفوذ باشند.



تصویری از یک آزمایشگاه BSL3 و تفاوت های آن با BSL2 که با رنگ قرمز شماره گذاری شده است.

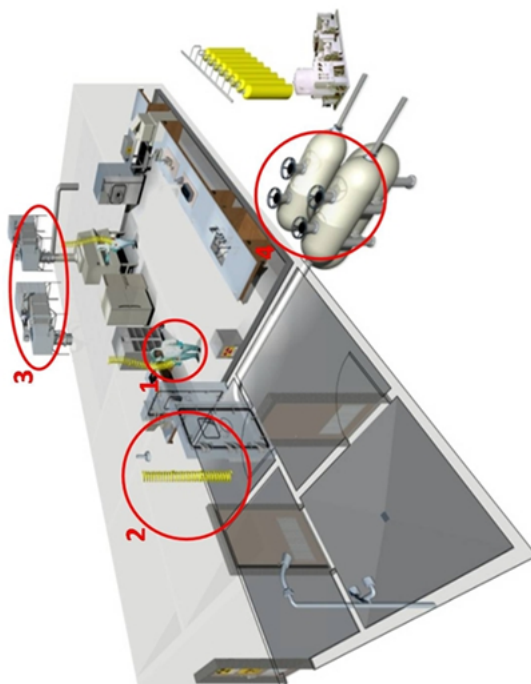
## 4. (Bio Safety Level 4 ) BSL4

BSL4 نیز بر پایه تمهیدات، تجهیزات، الزامات و قوانین BSL3 بنا نهاده شده و بالاترین سطح ایمنی بیولوژیکال است.

تعداد محدودی آزمایشگاه واجد شرایط BSL4 در جهان وجود دارد. در این آزمایشگاه ها میکروب ها خارجی (مهاجم) و بسیار خطر ناک بوده و ریسک مواجهه با آن ها از طریق ذرات در هوا ( آئروسول) بسیار بالاست. بیماری های منتج از این میکروب ها غالباً کشنده بوده و درمان و یا واکسن شناخته شده ای ندارند. ویروس های ابولا و مار بورگ از جمله میکروب هایی هستند که در این سطح از آزمایشگاه ها بر روی آنها تحقیق می شود. در این آزمایشگاه ها علاوه بر سطوح قبلی موارد ذیل حاکم است:

- تعویض لباس پیش از ورود به آزمایشگاه
- استحمام در هنگام خروج
- بی خطر سازی کلیه تجهیزات پیش از خروج
- تمامی کارها ( تحقیقات و ... ) با عوامل مخاطره آمیز باید در BSC Class III انجام شود. در غیر اینصورت پوشیدن لباس های کامل حفاظتی (یکپارچه) که دارای تامین فشار مثبت هوا هستند، الزامی است. بدین ترتیب می توان دو گونه آزمایشگاه BSL4 در نظر گرفت یکی با BSC کلاس III و دیگری همراه با پوشیدن لباس های یکپارچه و فشار مثبت.
- آزمایشگاه باید در ساختمانی مجزا و یا محدوده ای ایزوله شده در میان ساختمان های دیگر باشد.

- هوای ورودی و خروجی آزمایشگاه باید کاملاً مجزا بوده و این شرایط برای خطوط خلاء و یا سامانه های بی خطر سازی نیز حکم فرما باشد.
- تمامی حوادث در آزمایشگاه باید ثبت و گزارش شوند.
- تجهیزات مهار عوامل مخاطره آمیز باید بصورت روزانه بازدید و بازرسی شوند.
- ساز و کار اجرایی و موثر شرایط اضطراری ، باید تدوین و تعیین شده باشد.
- صحت عملکرد BSC کلاس III باید (حداقل) به طور سالیانه توسط مراکز مجاز تایید گردد.



تصویری از یک آزمایشگاه BSL4 و تفاوت های آن با BSL3 که با رنگ قرمز شماره گذاری شده است.



سطح ایمنی زیستی حیوانات<sup>۳۳</sup>: ABSL:

امکانات مربوط به حیوانات نیز باید نظیر آزمایشگاه ها براساس ارزیابی و سنجش میزان ریسک و گروه های خطر (ریسک) میکروارگانیزم ها، بررسی و تحت عناوین ABSL 1 تا ABSL 4 مشخص شوند. در این حالت نیز ABSL 4 دارای بیشترین تمهیدات ایمنی خواهد بود. به طور خلاصه و مطابق با تعاریف سازمان بهداشت جهانی WHO، سطح ABSL 4 را می توان به شرح ذیل اعلام نمود.

- RG1, ABSL 1: دسترسی مدیریت شده و محدود و استفاده از دستکش و لباس های محافظتی.
- RG2, ABSL 2: موارد اجرایی ABSL 1 به علاوه نصب علائم هشدار دهنده خطرات، استفاده از کلاس یک و یا دو BSC ها برای فعالیت هایی که آئروسول تولید می کنند. بی خطر سازی پسماند ها و قفس ها پیش از شستشو.
- RG3, ABSL 3: موارد اجرایی ABSL 2 به علاوه دسترسی کنترل شده با استفاده از BSC ها و لباس های مخصوص محافظتی برای همه فعالیت ها.
- RG4, ABSL 4: موارد اجرایی ABSL 3 به علاوه دسترسی بسیار محدود، دقیق و کنترل شده تعویض لباس پیش از ورود، استفاده از کلاس BSC III ها و یا لباس های محافظتی یکپارچه فشار مثبت، استحمام در هنگام خروج. بی خطر سازی همه پسماندها پیش از خروج از محل.

---

<sup>۳۳</sup>Animal Bio Safety Level

رفتار انسانی با حیوانات نیز جزء موارد مطرح شده در WHO می باشد .  
شایان ذکر است دپارتمان کشاورزی ایالات متحده آمریکا مواردی را  
نیز در خصوص موارد مشابه در بخش کشاورزی تحت عنوان BSL-AG  
مطرح نموده است که در این مجال نمی گنجد .

## آشنایی با برخی تجهیزات تهویه در آزمایشگاه ها

تاکنون در این کتاب واژه هایی چون هود ها، BSC ها و کلاس های سه گانه آنها و ... به کار برده شده است.

تجهیزات و تقسیم بندی های گوناگونی در خصوص سامانه های تهویه آزمایشگاهی وجود دارد که براساس عملکرد، نوع کارکرد و ... دسته بندی می شوند. با توجه به میزان کاربرد و استفاده برخی از این تجهیزات در آزمایشگاه های داخل به ویژه آزمایشگاه های مراکز دانشگاهی و آموزش عالی در ادامه شرح مختصری در این خصوص ارائه خواهد شد.

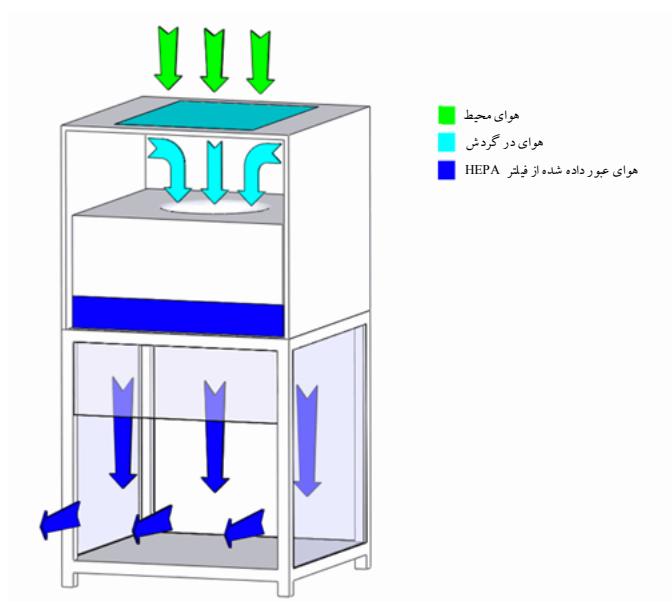
از جمله این تجهیزات می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- Laminar Flow Hoods (LFH<sub>s</sub>)
- Bio Safety Cabinets (BSC<sub>s</sub>)
- Chemical Fume Hoods
- Canopy & Snorkel Ventilation

البته انواع مختلف دیگری از این تجهیزات نظیر Clean Bench، Isolators و ... نیز وجود دارد که به ذکر برخی ویژگی ها و مشخصات انواع یاد شده در فوق بسنده خواهد شد.

## • Laminar Flow Hood

باتوجه به جهت دمیدن هوا از داخل دستگاه به بیرون، کاربر کاملاً در معرض هوای خروجی دستگاه قرار میگیرد، از این رو از LFH ها برای آزمایشاتی که مواد سمی و یا عفونی در آن به کار می رود استفاده نمی شود. در واقع این گونه هودها فقط از مواد و نمونه های مورد آزمایش محافظت می کنند و نقش محافظتی برای کاربر ندارند.

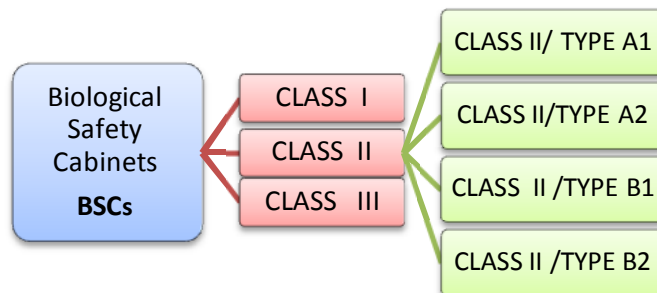


نمونه ای از LFH

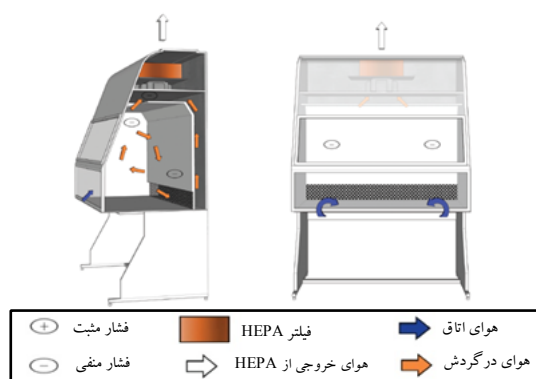
• Bio Safety Cabinets (BSCs)

BSC ها دارای سه کلاس I، II، III هستند که کلاس II خود به دو گروه A و B با زیرشاخه های A1, A2, B1, B2 تقسیم می شود. این تقسیم بندی بر مبنای چگونگی ورود و خروج هوا به BSC، میزان چرخش هوا در آن (سیرکولاسیون)، سرعت هوا و... صورت گرفته است. ولی به طور کلی می توان گفت، BSC ها برای کارکردن با مواد و نمونه های عفونی مناسب بوده و بنا به کلاس، گروه و زیرشاخه آن، دارای قابلیت ها و مشخصات خاصی است که ممکن است فقط برای نمونه ها و کاربران مفید بوده و یا میزان محافظت آن بیش از این باشد.

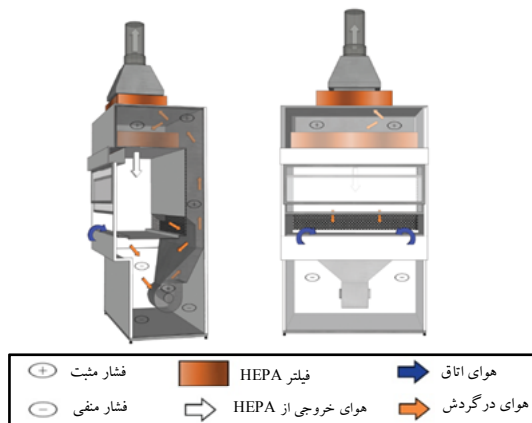
نمودار ساده این تقسیم بندی به شکل زیر می باشد.



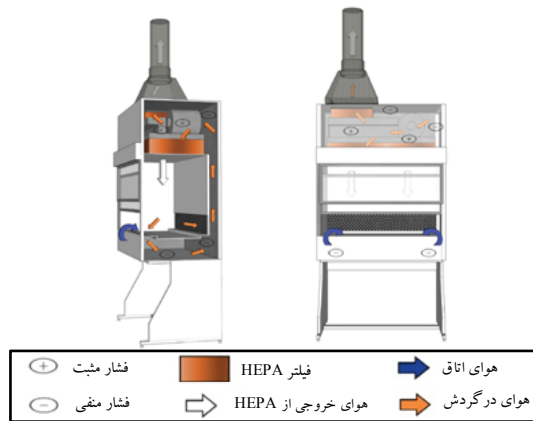
در ادامه تصاویر برخی از BSC ها ارائه خواهد شد.



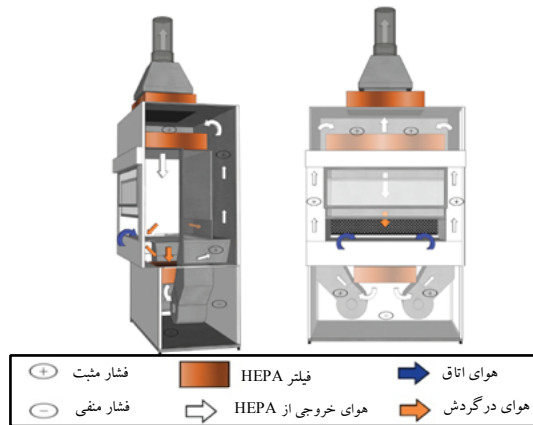
تصویری از BSC Class I به همراه توضیحاتی در خصوص مسیرهای عبور هوای ورودی و خروجی به همراه نقاط فشار مثبت و منفی.



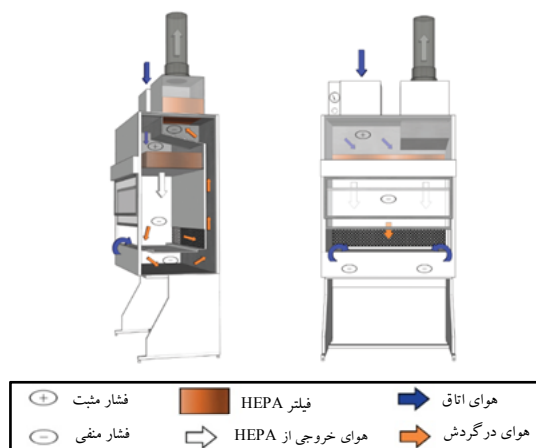
تصویری از BSC Class II A1 به همراه توضیحاتی در خصوص مسیرهای عبور هوای ورودی و خروجی به همراه نقاط فشار مثبت و منفی.



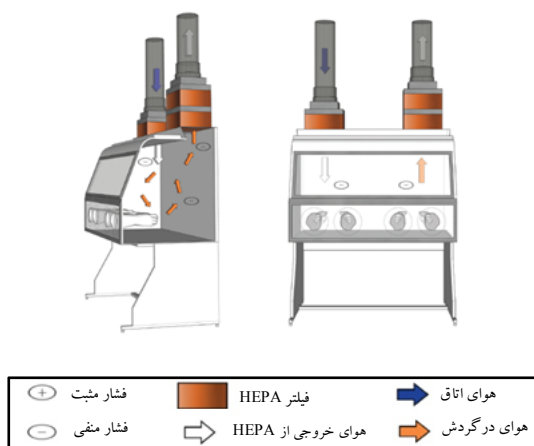
تصویری از BSC Class II A2 به همراه توضیحاتی در خصوص مسیرهای عبور هوای ورودی و خروجی به همراه نقاط فشار مثبت و منفی.



تصویری از BSC Class II B1 به همراه توضیحاتی در خصوص مسیرهای عبور هوای ورودی و خروجی به همراه نقاط فشار مثبت و منفی.



تصویری از BSC Class II B2 به همراه توضیحاتی در خصوص مسیرهای عبور هوای ورودی و خروجی به همراه نقاط فشار مثبت و منفی.

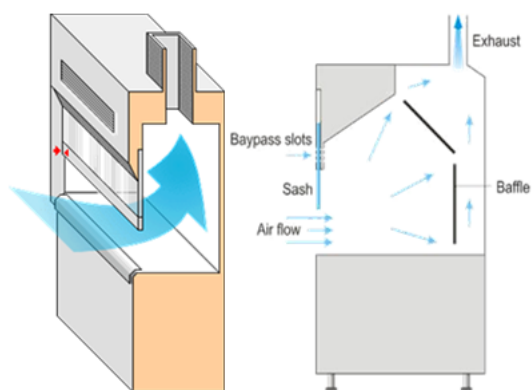


تصویری از BSC Class III به همراه توضیحاتی در خصوص مسیرهای عبور هوای ورودی و خروجی به همراه نقاط فشار مثبت و منفی.

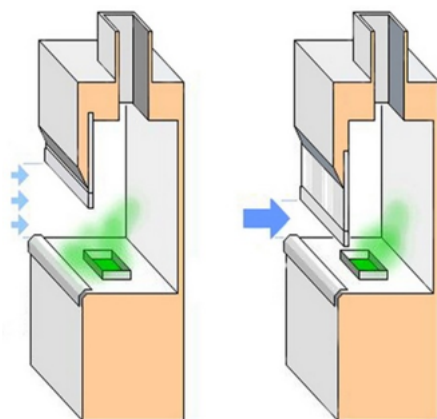


• Chemical Fume Hoods

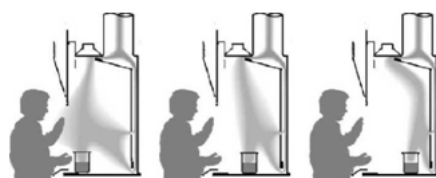
این سامانه برای محافظت کاربر در برابر مواد شیمیایی و خطرناک یا سمی طراحی شده و ۱۰۰٪ هوای خروجی دستگاه به بیرون از آزمایشگاه هدایت می شود. در ادامه تصاویری از نحوه عملکرد هودها به همراه انواع آنها و همچنین اهمیت قراردادن مواد تبخیر شونده در عمق حداقل ۱۵ سانتیمتری داخل هود ارائه خواهد شد.



نمایی ساده از عملکرد بگ هود بخارات شیمیایی.



نحوه عملکرد یک هود بخارات شیمیایی در زمان بالا بودن لبه تنظیم شونده جلویی هود و قرار داشتن آن در محل مناسب.



نحوه پراکنندگی بخارات مواد شیمیایی زمانی که مواد شیمیایی در عمق های مختلف هود قرار دارد .

• Snorkel ,Canopy Ventilations

این گونه از سامانه های تهویه از خواص فیزیکی مواد شیمیایی و یا فرآیندها برای گرفتن و جذب هوای خروجی استفاده می کنند. در این گونه سامانه های تهویه نیز، گاهی ۱۰۰٪ هوای خروجی به بیرون هدایت شود، این تجهیزات برای مواد شیمیایی مناسب نبوده و برای تخلیه گرما می تواند موثر و مفید واقع گردد.



نمونه تهویه های Snorkel و Canopy از راست به چپ

در اکثر تجهیزات تهویه آزمایشگاهی از فیلترهایی با کارایی بالا استفاده میشود که به HEPA<sup>۲۴</sup> معروفند. این فیلترها قابلیت حذف ۹۹/۹۷٪ ذرات تا ۰.۳ میکرون را دارند و باید توجه داشت که این فیلترها برای گازها و بخارات موثر نبوده و تنها ذرات را از هوا جدا و حذف می کند.

---

<sup>۲۴</sup>High Efficiency Particulate Air

	انسان	محصول / مواد شیمیایی	محیط
Chemical Fumehood	x		
Laminar Flowhood		x	
Class I Biosafety Cabinet	x		x
ClassII Biosafety Cabinet	x	x	x
Class III Biosafety Cabinet	x	x	x
Isolators	x	x	x

بررسی نحوه عملکرد این تجهیزات تهویه در برابر انسان ، مواد و محصولات و محیط زیست .

## برگه اطلاعات ایمنی ( مواد )

### Safety Data Sheet (SDS)

همانگونه که در بخش های پیش اشاره شد، SDS با ساختاری استاندارد ، جایگزین MSDS های مطرح شده در مناطق مختلف گردیده و به زبانی مشترک در برنامه HAZCOM<sup>۲۵</sup> تبدیل شده است .



SDS (برگه اطلاعات ایمنی) باید اطلاعات جامع و کاملی را در خصوص ماده و یا مخلوط مورد نظر جهت چهارچوب های قانونی کنترل مواد شیمیایی محیط کار ارائه دهد. کارکنان ، دانشجویان و اساتید دانشگاه و ماهیت حقوقی دانشگاه باید از SDS به عنوان منبعی برای کسب اطلاعات در خصوص مخاطرات ( شامل مخاطرات و جنبه های زیست محیطی ) و روش های پیشگیری و مواجهه با مواد شیمیایی استفاده کنند. در این سند اطلاعات زیادی

---

<sup>۲۵</sup>Hazard Communication

در خصوص محصول از نام، مشخصات، خواص شیمیایی و فیزیکی گرفته تا کمک های اولیه مورد نیاز در شرایط اضطراری و حمل و نقل و ... گنجانده شده است. این مطالب شامل شانزده مورد زیر می باشد که توضیحات مختصری در خصوص آنها ارائه خواهد شد.

#### ۱- اطلاعات محصول

حداقل اطلاعات ارائه شده در این بخش، باید شامل موارد زیر باشد:

##### ۱-۱- شناسه محصول در GHS

##### ۱-۲- موارد مصرف و منع مصرف پیشنهادی

##### ۱-۳- اطلاعات تامین کننده ماده شیمیایی شامل نام، آدرس، شماره تماس.

##### ۱-۴- شماره تلفن شرایط اضطراری.

#### ۲- شناسایی خطرات

در این بخش، مخاطرات ماده شیمیایی به همراه هشدارهای همراه این مخاطرات براساس طبقه بندی GHS ارائه می شود و اطلاعات مورد نیاز آن شامل موارد زیر است.

##### ۲-۱- طبقه بندی (کلاس) خطر یا مخاطرات (کلاس شماره ۱ به بیشترین

خطر و کلاس شماره ۵ کمترین میزان خطر اختصاص دارد).

##### ۲-۲- پیکتوگرام مخاطرات

۲-۳- کلمه راهنما (Danger برای شدت بالا و Warning برای خطر کمتر)

۲-۴- جمله توضیح خطر که توضیحاتی در خصوص ماهیت و میزان مخاطره ارائه می دهد.

۲-۵- جملات احتیاط (موارد احتیاطی)

این بخش مکمل توضیحات مخاطره (آیتم بالا) به وسیله توضیح و ارائه تمهیداتی در راستای کاهش و یا جلوگیری از اثرات مخرب، مخاطرات است.

۳- اطلاعات در خصوص محتویات

این بخش محتویات و اجزا ماده (محصول) مورد اشاره در SDS را مشخص می کند که شامل شناسه ماده شیمیایی، اسامی معمول، مترادف ها، CAS<sup>۲۶</sup>Number و یا شناسه های یکتای دیگر و ... می باشد. همچنین در خصوص مخلوط ها نیز کلیه محتویات با میزان یا محدوده غلظت محتویاتی که در GHS خطرناک محسوب می شوند و بالای میزان مجاز خود هستند، اعلام می گردد.

۴- کمک های نخستین (اولیه)

در این بخش حداقل اطلاعاتی که باید به آنها اشاره شود شامل موارد زیر می باشد:

---

<sup>۲۶</sup>Chemical Abstract

۴-۱- توضیحاتی درخصوص اقدامات ضروری برای حالت های مختلف مواجهه، تماس یا ورود ماده شیمیایی به بدن نظیر تماس پوستی ، چشمی ، استنشاق و یا بلع .

۴-۲- مهمترین علائم مسمومیت و یا در معرض قرار گرفتن به صورت آنی و یا با تاخیر .

۴-۳- اشاره به مراقبت ها و اقدامات درمانی در صورت نیاز .

#### ۵- اقدامات آتش نشانی ( ایمنی حریق )

این بخش شامل توصیه هایی برای مقابله با آتشی است که به وسیله ماده شیمیایی پدید آمده است . این اطلاعات شامل اطفای کننده های مناسب و نامناسب ، خطرات خاص حاصل از ماده شیمیایی نظیر برخی ترکیبات حاصل از احتراق و تجهیزات خاص حفاظت فردی ویژه آتش نشانان می باشد .

#### ۶- اقدامات در هنگام انتشار ناخواسته و اتفاقی

توصیه هایی برای واکنش در مقابل، نشت، آزاد شدن ولکه های اتفاقی

مواد شیمیایی به همراه موارد و اقدامات محافظتی و پاک سازی آنها در این بخش ارائه شده است . از جمله مواردی که الزاماً در این بخش باید به آنها اشاره شود عبارتند از :

۶-۱- دستورالعمل های تجهیزات حفاظت فردی و جوانب احتیاط در شرایط اضطراری .



۶-۲- جوانب احتیاط زیست محیطی .

۶-۳- متدها و مواد لازم برای حفاظت در برابر حادثه و پاک سازی محیط

۷- حمل و نگهداری

از جمله موارد مطروحه در این بخش راهنمایی های در خصوص روش های حمل و شرایطی جهت نگهداری ایمن مواد شیمیایی، است. همچنین توضیحاتی نیز در زمینه شرایط و مواد سازگار، ارائه می گردد.

۸- روش های کنترل مواجهه و محافظت های فردی

حدود مواجهه، روش ها و کنترل مهندسی و اقدامات محافظت فردی که می تواند جهت کاهش مواجهه کارکنان ( اساتید، دانشجویان، کارکنان و ... آزمایشگاه) به کار رود را می توان در بخش هشتم SDS یافت.

پارامترهای کنترل نظیر مقادیر حدود مواجهه حرفه ای و یا مقادیر و حدود بیولوژیکال، روشهای مناسب کنترل مهندسی و روش های محافظت فردی باید در این بخش گنجانده شود.

۹- خواص شیمیایی و فیزیکی

حداقل خواص شیمیایی و فیزیکی ماده و یا محلول که باید ارائه شوند عبارتند از:

۹-۱- خواص قابل رویت نظیر حالت فیزیکی و رنگ ماده و یا مخلوط شیمیایی

۹-۲- بو

۹-۳- PH

۹-۴- نقطه ذوب یا نقطه انجماد

۹-۵- نقطه حباب زنی یا محدوده تبخیر

۹-۶- Flash Point

۹-۷- نرخ تبخیر

۹-۸- آتشگیری ( جامد و گاز )

۹-۹- حد بالا و پایین اشتعال یا انفجار

۹-۱۰- فشار بخار

۹-۱۱- چگالی بخار

۹-۱۲- چگالی نسبی

۹-۱۳- حلالیت ( قابلیت حل شدن )

۹-۱۴- دمای اشتعال خود به خودی

۹-۱۵- دمای تخریب ماده

۹-۱۶- ویسکوزیته

## ۱۰- واکنش پذیری و پایداری

این بخش، خطرات واکنش پذیری ماده شیمیایی را به همراه اطلاعات پایداری آن تشریح می کند. اطلاعاتی در خصوص موارد ذیل باید در این قسمت به کاربر ارائه گردد:

## ۱-۱۰- واکنش پذیری

## ۲-۱۰- امکان واکنش های خطرناک

## ۳-۱۰- مواد ناسازگار

## ۴-۱۰- پایداری شیمیایی

۵-۱۰- شرایطی که باید از آن ها بر حذر بود نظیر لرزش ، تخلیه الکتریسته ساکن و ...

## ۶-۱۰- محصولات خطرناک حاصل از تخریب و تجزیه ماده

## ۱۱- اطلاعات سم شناسی

این بخش حاوی اطلاعات سم شناسی و اثرات ماده بر روی سلامتی است. اطلاعاتی شامل نحوه های رایج مواجهه با ماده شیمیایی نظیر: تماس پوستی یا چشمی ، بلعیدن و یا استنشاق ، اثرات آبی و بلند مدت مواجهه کوتاه مدت و یا بلند مدت ، میزان عددی سمیت نظیر تخمین های سمیت های آبی و ... از مواردی هستند که در اطلاعات سم شناسی به آنها اشاره می شود.

## ۱۲- اطلاعات زیست محیطی

در این قسمت اطلاعاتی در خصوص جنبه های زیست محیطی مواد شیمیایی، در صورت آزاد شدن در محیط زیست نظیر موارد ذیل ارائه می گردد.

۱-۱۲- سمیت برای محیط زیست از نظر آب و خاک در صورت وجود.

۲-۱۲- ماندگاری و تجزیه پذیری

۳-۱۲- پتانسیل تجمع زیستی (در زنجیره غذایی و حیات)

۴-۱۲- نفوذ پذیری در خاک.

## ۱۳- اطلاعات دفع ماده شیمیایی و پسماند

این بخش حاوی مطالب و اطلاعاتی در خصوص روش های مناسب جهت دفع، بازیافت، احیای ماده شیمیایی، شرایط ظروف محتوی ماده و روش های حمل ایمن می باشد. در راستای کاهش میزان مواجهه با این مواد، مطالعه بخش هشت SDS (روش های کنترل میزان مواجهه و محافظت های فردی) پیشنهاد می گردد.

## ۱۴- اطلاعات ترابری و حمل و نقل

خطوط راهنما در خصوص طبقه بندی، حمل یا ترابری مواد شیمیایی خطرناک به وسیله راه های زمینی، هوایی، ریلی و یا دریایی در این قسمت ارائه می گردد.

موارد ذیل را می توان از جمله اطلاعات ضروری عنوان شده در این بخش دانست .

۱-۱۴- خطرات زیست محیطی نظیر آلودگی های ناشی از کشتی ها

۲-۱۴- طبقه بندی بسته بندی در صورت صدق مطابق با قوانین و راهنماهای طبقه بندی DOT<sup>۳۷</sup>

۳-۱۴- طبقه بندی خطرات حمل و نقل

۴-۱۴- احتیاط های ویژه ای که کاربر باید از آن آگاه بوده و یا نیاز به انجام آنها دارد .

UN Number -۵-۱۴

#### ۱۵- اطلاعات قانونی

این بخش شامل قوانین ایمنی ، بهداشتی و زیست محیطی ، برای محصول(ماده مورد نظر)می باشد که سایر بخش های SDS به آن اشاره نشده است .

---

<sup>۳۷</sup>Department of Transportation

۱۶- سایر اطلاعات

اطلاعاتی نظیر زمان تهیه و تدوین SDS ، آخرین نسخه آن، زمان انجام آخرین تغییرات و ... در این بخش گرد آوری می شود . البته ممکن است سایر اطلاعاتی که مفید به نظرمی رسد نیز در این قسمت ارائه گردد .

## مدیریت پسماند ها در آزمایشگاه

آزمایشگاه ها مقادیر متناهی از پسماند ها را نظیر پسماند های خطرناک شیمیایی ، زیستی و دارای تشعشع (رادیلوژیکال) و لوازم و تجهیزات تولید می کنند. تولیدکنندگان پسماند باید مطابق با راهنماهای موجود برای پسماندها و یا بازیافت آنها ، مدیریت این کار را بر عهده بگیرند . ریختن پسماند ها به سیستم فاضلاب و یا انتشار آن به طبیعت و محیط زیست ممنوع است. تمامی کارکنان آزمایشگاه اعم از دانشجویان ، اساتید و کارشناسان آزمایشگاه باید با روش های بی خطر سازی ، دفع و همچنین دستورالعمل های بهداشتی ایمنی و زیست محیطی مربوط به جمع آوری پسماند ها آشنا باشند .

پسماندهای آزمایشگاهی را می توان به شیوه های مختلفی تقسیم بندی نمود. یکی از این روش ها به طریقه زیر است :

- پسماندهای خطرناک زیستی
- پسماندهای شیمیایی
- تجهیزات مازاد و یا غیر قابل استفاده
- پسماندهای دارای تشعشع یا رادیلوژیکال (رادیاواکتیو)
- پسماندهای معمولی و روزمره ( خانگی )

در ادامه سعی خواهد شد تا برخی از موارد مهم در خصوص پسماندهای شیمیایی و بیولوژیک ارائه گردد.

#### ۱- پسماندهای شیمیایی خطرناک

شناخت پسماندهای خطرناک شیمیایی و دسته بندی آنها در مدیریت پسماند آزمایشگاه بسیار مهم است. پسماند خطرناک، ماده یا مخلوط شیمیایی است که خورنده، قابل اشتعال، سمی، رادیواکتیو و یا با قابلیت ماندگاری بالا در محیط زیست باشد. البته در برخی مراکز / کشورها، مواد سرطان زا و باعث جهش ها و اختلالات ژنی را نیز در زمره این تقسیم بندی وارد کرده اند که در ادامه به آن ها اشاره خواهد شد.

برای تعیین خطرناک بودن یک پسماند می توان از دانش، برجسب اصلی روی ماده اولیه و یا برگه اطلاعات ایمنی ماده SDS/MSDS استفاده کرد.

#### ۲- پسماندهای قابل اشتعال / احتراق

۱-۲- همه مایعاتی که نقطه اشتعال آنها کمتر از  $60^{\circ}\text{C}$  است  
Flash point  $< 140^{\circ}\text{F}$ .

۲-۲- جامدات و یا گازهایی که در شرایط فشار و دمای استاندارد از طریق جذب رطوبت، اصطکاک و یا تغییرات شیمیایی خود به خودی قادر به ایجاد آتش باشند.

۲-۳- جامدات، مایعات و یا گازهایی نظیر پراکسیدها، پرکلرات ها و ... که در دمای معمولی اتاق و یا با اندک حرارتی تولید اکسیژن می نمایند.



## ۳- پسماندهای خورنده

پسماندهای شیمیایی با PH کمتر از ۲ و یا بالاتر از ۱۲/۵ در زمره پسماندهای خطرناک شیمیایی تقسیم بندی می شوند. البته موادی با PH کمتر از ۵.۵ و بیش از ۱۲ نباید به طور خالص در سیستم فاضلاب وارد شوند.

## ۴- پسماندهای واکنش زا یا واکنش پذیر:

پسماندهای واکنش پذیر (فعال) دارای یکی از حالات زیر هستند:

۴-۱- به صورت طبیعی، ترکیبات ناپایداری هستند که آماده تغییرات شدید هستند نظیر آکریلونیتریل.

۴-۲- در هنگام مخلوط شدن با آب، ماده شیمیایی قابل انفجار شده و یا گازهای سمی در مقادیر خطرناک برای سلامتی انسان تولید می نماید نظیر فلز سدیم.

۴-۳- ترکیباتی حاوی سیانیدها و یا گوگرد نظیر سولفید سدیم و یا سولفید آرسنیک که در مواجهه با PH کمتر از ۲ و بالاتر از ۱۲/۵ می توانند گازهای سمی در مقادیر خطرناک برای سلامت انسان تولید کند.

## ۵- پسماندهای سمی

پسماندهای سمی را می توان در جدولی نظیر جدول ذیل براساس سمیت آنها برای انسان تقسیم بندی نمود. مواد سمی در این جدول براساس دوز (میزان)

مواجهه و غلظت مورد نظر در مواجهه، گروه بندی شده اند و این مواجهه می تواند از طریق جذب پوستی، استنشاق و یا بلع صورت گیرد. شایان ذکر است اعداد ذکر شده برای حیواناتی نظیر: موش، خرگوش و یا ماهی گزارش شده است.

LD50: میزانی از دوز ماده که لازم است تا باعث مرگ نیمی از جمعیت مورد بررسی (در مواجهه قرار گرفته) شود.

LC50: غلظتی از ماده که باعث مرگ نیمی از جمعیت مورد بررسی (در مواجهه قرار گرفته) شود.

گروه بندی براساس سمیت	ماهی LC <sub>50</sub> (ppm)	خوراکی (موش) LD <sub>50</sub> (mg/kg)	استنشاقی (موش) LC <sub>50</sub> (mg/L)	پوستی (خرگوش) LD <sub>50</sub> (mg/kg)
X	<0.01	<0.5	<0.02	<2
A	0.01-<0.1	0.5-<5	0.02-<0.2	2-<20
B	0.1-<1.0	5-<50	0.2-<2	20-<200
C	1.0-<10.0	50-<500	2-<20	200-<2,000
D	10.0-100.0	500-5,000	20-200	2,000-20,000

گروه بندی سمیت مواد بر اساس LD50 و LC50

#### ۶- پسماندهای پایدار

این پسماندها در طبیعت به سرعت تجزیه پذیر نیستند و دو گروه این مواد شیمیایی عبارتند از: ترکیبات آلی هالوژنه شده، HOC و هیدروکربن های معطر (آروماتیک) چند حلقه ای (PAHs)

#### ۷- پسماندهای سرطان زا

این پسماندها (مواد شیمیایی) و میزان احتمال سرطان زا بودن آنها را می توان در مراجعی نظیر EPA<sup>۲۸</sup>، و یا CDC<sup>۲۹</sup> مشاهده نمود .

#### ۸- پسماندهای خطرناک بیولوژیک

پسماندهای خطرناک بیولوژیک به گستره وسیعی از پسماند هایی اطلاق می شود که عوامل عفونی را در بر دارند و موارد مطرح شده در زیر می تواند نمونه ای از این پسماندها باشد .

۸-۱- عوامل عفونی برای انسان ، حیوانات و محیط زیست

۸-۲- سموم زیستی (بیولوژیک)

۸-۳- مواد به دست آمده از انسان و یا سایر پستانداران نظیر خون ، مایعات بدن و بافت

۸-۴- سلول های انسانی و یا سایر پستانداران از جمله سلولهای نو ترکیب

۸-۵- سلول های نو ترکیب حیوانات .

۸-۶- میکرو ارگانیزم های نو ترکیب.

۸-۷- حیوانات ( مهره داران و بی مهرگان ) ترا ریخته .

۸-۸- مواد بدست آمده از حیوانات ترا ریخته .

---

<sup>۲۸</sup>Environmental Protection Agency

<sup>۲۹</sup>Centers For Disease Control & Prevention

۸-۹- گیاهان تراریخته .

۸-۱۰- مواد نو ترکیبی چون پلاسمید، DNA, RNA, DNA منتشر شده .

۸-۱۱- پسماند های جامد خطرناک زیستی .

این پسماندها یا حاوی مواد خطرناک بیولوژیک هستند و یا با آنها در تماس بوده و آلوده شده اند . این پسماند های جامد می توانند شامل موارد ذیل باشند .

۸-۱۱-۱- تجهیزات حفاظت فردی آلوده شده .

۸-۱۱-۲- تجهیزات پلاستیکی نظیر سرپیست و نمونه گیری .

۸-۱۱-۳- گیاهان تراریخته به همراه خاک آنها .

۸-۱۱-۴- محیط های کشت

و ...

جهت کاهش خطرات احتمالی، پسماندهای خطرناک شیمیایی و یا بیولوژیک دارای قوانین، دستور العمل های اجرایی استاندارد (SOP) و راهنماهای عمومی و اختصاصی هستند که به برخی از این مواد اشاره خواهد شد. در یک جمله می توان گفت همه این قوانین و احتیاط ها برای کاهش مخاطرات سلامت و زیست محیطی در زمان تولید، حمل و نقل، بی خطر سازی، تجمع پسماندها در آزمایشگاه و انتقال آنها به بیرون می باشند.

- تمامی پسماندهای خطرناک زیستی باید به نحوه صحیحی بسته بندی ، جمع آوری و جانمایی شوند بطوریکه امکان نشت به واحدها و بخش های تولیدی وجود نداشته باشد.
- ظروف اولیه قرارگیری این مواد باید علامت ( برچسب ) خطر زیستی را دارا باشد .
- تمامی مایعات خطرناک زیستی باید پس از بسته بندی صحیح در ظروف درب دار و مقاوم در برابر سوراخ شدن توسط اتوکلاو و یا توسط روش های شیمیایی بی خطر شوند .
- همه جامدات نظیر ظروف محیط های کشت و ... به جز پسماندهای تیز باید پیش از ضدعفونی شدن در کیسه های غیر قابل نشت جمع آوری شوند . در صورت امکان، استفاده از کیسه دوم و یا ظرف دوم جهت پیشگیری از نشت پیشنهاد می گردد .
- پسماندهای خطرناک زیستی نیز باید بی خطر سازی شده و در ظروف خاص ( پیشگیری از سوراخ شدن ظرف یا کیسه ) تا حد اکثر ۳/۴ ظرف پر شوند .
- پسماندهای لاشه حیوانات باید پس از بسته بندی و قرار گیری در کیسه های مخصوص خطرات زیستی یا ظروف غیر قابل نشت دیگر که علامت خطر زیستی بر روی آن قرار گیرند به زباله سوز منتقل شوند .
- ظروف محتوی پسماندهای شیمیایی خطرناک باید با ماده ای که درون آن قرار می گیرد سازگار باشد .
- این ظروف باید مقاوم و غیر قابل نشت باشند .

- در سائز مناسب استفاده گردند .
- در همه شرایط به جز مواقعی که پسماند در حال افزوده شدن به ظرف است، بسته بوده و دارای دربی کاملاً محکم باشند.
- کاملاً پر نشوند و دارای برچسب قابل رویت " پسماند شیمیایی خطرناک " باشند .
- در طول حمل و نقل و انبارش ، فضای کافی برای بخارات در نظر گرفته شده باشد .
- برچسب " پسماند خطرناک " بر روی ظرف کاملاً مشخص و دارای شناسه ماده شیمیایی خطرناک باشد .
- و بسیاری از موارد دیگر که مجالی برای مطرح کردن آنها نیست . برای کسب اطلاعات بیشتر به منابع اعلام شده در انتهای همین کتاب مراجعه گردد .
- برخی خطوط راهنما برای برنامه مدیریت پسماندها جهت کاهش تولید پسماندها در زیر ارائه شده است :
- کاهش خرید مواد شیمیایی از طریق
  - استفاده از مواد شیمیایی باقی مانده ( با دارا بودن شرایط ) در انبار
  - برقراری خرید متمرکز و پرهیز از خریدهای جداگانه توسط مراکز یا آزمایشگاه ها .

- محدود کردن سفارشات به آنچه واقعا نیاز است (هم از نظر نوع ماده و هم از نظر تخمین میزان مورد نیاز)

- بازیافت

- برقراری و شرکت در برنامه استفاده مجدد و بازیافت مواد شیمیایی در دانشگاه یا آزمایشگاه مربوطه. (با در نظر گرفتن شرایط)
- برخی از پسماندهای روغنی و رنگی می توانند بازیافت گردند.
- کاغذ، فلزات و بسیاری از پلاستیک ها قابل بازیافت هستند.

- استفاده مجدد

- استفاده مجدد از ظروف خالی برای جمع آوری پسماند (با در نظر گرفتن شرایط)
- مواد استفاده نشده می توانند در پروژه های دیگر و یا آزمایشگاهی دیگر مورد استفاده قرار گیرند. داشتن برنامه CIL<sup>۳۰</sup> برای کاهش تولید پسماندها بسیار موثر است و همه آزمایشگاه و افراد می توانند با مراجعه به آن از موجودی مواد شیمیایی مطلع و از خرید مجدد بسیاری از مواد جلوگیری خواهد شد.

---

<sup>۳۰</sup>Chemical Inventory List

همچنین این برنامه کمک موثری به مسئولین و آتش نشانان در شرایط اضطراری جهت شناسایی مواد شیمیایی خطرناک ذخیره شده در ساختمان و یا آزمایشگاه خواهد نمود.



نمونه ای از نحوه نگهداری پسماندهای شیمیایی در یک آزمایشگاه .  
ظروف اصلی در درون ظروف دیگری قرار دارند



## برخی قوانین عمومی آزمایشگاه:

اگر چه تاکنون مطالبی در خصوص مواردی چون ، عوامل زیان آور ، نحوه کاهش ریسک های مواجهه با آنها، شرایط اضطراری و آمادگی مقابله با آن ، سیستم های تهویه آزمایشگاهی ، خطرات زیستی و سطوح ایمنی در مقابل آن ، SDS ، پسماند ها و مدیریت آن بیان شده است ولی برخی قوانین عمومی مربوط به سلامت ، ایمنی و محیط زیست در آزمایشگاه ها را می توان به صورت زیر بیان نمود و بی شک عمل به آنها سهم به سزایی در کاهش مخاطرات و ریسک های موجود در آزمایشگاه خواهد داشت .

قوانین و توصیه های مطرح شده در این بخش اساتید ، کارشناسان و دانشجویان محترم آزمایشگاه ها را مخاطب قرار داده است .

۱- مسئولیت پذیر بودن در زمان حضور در آزمایشگاه.

۲- استفاده و نگهداری صحیح و ایمن تجهیزات آزمایشگاه، جزء وظایف است.

۳- مطالعه کلیه دستورالعمل ها ، SDS ها ، SOP ها و اسناد مرتبط با HSE جزء ملزومات حضور در آزمایشگاه است.

۴- خودداری از هرگونه ماجراجویی وسیعی در حل مشکلات احتمالی به صورت انفرادی و بدون اطلاع به مسئولین .

- ۵- خوردن ، آشامیدن ، استعمال دخانیات و آرایش کردن در آزمایشگاه ممنوع است .
- ۶- جویدن آدامس نیز می تواند یکی از راه های ورود عوامل مخاطره آمیز به بدن باشد پس از آن اجتناب گردد.
- ۷- بوئیدن مستقیم کلیه مواد شیمیایی و نمونه ها می تواند بسیار خطرناک بوده و نباید صورت گیرد .
- ۸- پوشیدن کفش هایی که به طور کامل پا را محافظت نمی کنند نظیر کفش های جلو باز یا صندل ها در آزمایشگاه مجاز نیست .
- ۹- انجام هر گونه شوخی و حرکات خارج از عرف و چهار چوب مکان های علمی ، تحقیقاتی می تواند منجر به صدمات جبران ناپذیری گردد .
- ۱۰- استفاده از تجهیزات آماده سازی مواد نوشیدنی و خوراکی در آزمایشگاه \_ نظیر قهوه جوش و... \_ ممنوع است .
- ۱۱- وجود جعبه ، کیف های قرار داده شده بر روی زمین و بین میزها ، سیم های برق روی زمین و سایر وسایلی از این دست می تواند منجر به زمین خوردن افراد و مخاطرات مترتب گردد .
- ۱۲- آلوده بودن و آلوده ماندن میزهای کار با مواد شیمیایی / بیولوژیک آزمایشات ، می تواند بسیار خطر آفرین باشد.
- ۱۳- برای نگهداری از مواد شیمیایی و یا بیولوژیک و نمونه ها هرگز از ظروف مواد خوراکی نظیر مربا ، عسل و ... استفاده نشود . تمامی ظروف (غیر خالی ) داخل آزمایشگاه باید برچسب گذاری صحیحی به همراه شرایط دید کافی آن برچسب را دارا باشند .

۱۴- موارد مطروحه در انبارش، نگهداری و چیدمان مواد شیمیایی در قفسه ها رعایت گردد.

۱۵- مواد شیمیایی خطرناک بالاتر از سطح چشمان افراد نگهداری گردد.

۱۶- توجه به موقعیت SASH در هودها جهت اطمینان از عملکرد هود ضروری است.

۱۷- همه آزمایشات و عملیات مورد نیاز جهت جلوگیری از بازگشت بخارات سمی به بیرون از هود، باید کاملاً در داخل هود (حداقل ۱۵ cm داخل هود) انجام گردد.

۱۸- به راهنماها و جداول انتخاب تجهیزات حفاظت فردی از جمله دستکش در مراجع دقت شده و براساس آنها (نوع و میزان مخاطرات) تجهیزات انتخاب گردد.

۱۹- توجه به اصول ارگونومی در هنگام کار در آزمایشگاه ضروری است و عدم توجه به آن می تواند باعث آسیب های اسکلتی و عضلانی گردد.

۲۰- توجه به موارد مربوط به ایمنی برق نظیر: رعایت فاصله مناسب، استفاده از رله ها و فیوزها، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و عایق ها و ...

۲۱- توجه به ایمنی نگهداری و استفاده از سیلندرهای گاز فشرده نظیر موارد ذیل:

۱-۲۱- عدم انباشت آنها به صورت افقی و بر روی هم

۲-۲۱- پرهیز از نگهداری آنها به صورت ایستاده و بدون مهار

- ۲۱-۳- قرار گیری سرپوش سیلندرها در مواقعی که سیلندرهای گاز فشرده مورد استفاده نیستند .
- ۲۱-۴- رعایت ایمنی کپسول های ( سیلندر های ) گازهای مختلف جهت جلوگیری از مواردی همچون : انفجار کپسول اکسیژن در صورت تماس با مایعات هیدروکربنی نظیر روغن ها و ...
- ۲۲- رعایت ایمنی مواجهه با لیزر و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی متناسب
- ۲۳- استفاده از تجهیزات حفاظتی مناسب چشم در زمان مواجهه با نور UV ( امواج ماوراء بنفش ) .
- ۲۴- رعایت مسائل ایمنی در خصوص کارکردن با مایعات بسیار سرد نظیر نیتروژن مایع .
- ۲۵- عدم استفاده از دستکش های داخل آزمایشگاه در بیرون از آن به دلیل امکان انتقال مخاطرات ( شیمیایی / بیولوژیک ) به بیرون از آزمایشگاه .
- ۲۶- رعایت جوانب کار با تجهیزات تیز ، پسماند های تیز ، ظروف شیشه ای ، پسماند شیشه های شکسته و ....
- ۲۷- پرهیز از تعمیر خود سرانه ماشین آلات و تجهیزات
- ۲۸- عدم دور ریز پسماند ها در سینک دستشویی و رعایت چیدمان و ضبط و ربط آزمایشگاه ها در کابینت زیر سینک .
- ۲۹- رعایت 5S در آزمایشگاه .



5S و مراحل اجرای آن

ردیف	زائینی	انگلیسی	فارسی	مفهوم	نتیجه
۱	Seri	Sort	پاکسازی	تشخیص اقلام ، اطلاعات و فضاهای ضروری و غیر ضروری و نیز عیب یابی	هر آنچه در اطراف شماست ضروری و در عین حال سالم است .
۲	Seition	Set in order	نظم و ترتیب	باید اشیاء و اسناد به گونه ای رده بندی شوند که هر فرد بدون انجام جستجوهای بیهوده قادر به یافتن آن ها باشد .	اشیاء و اسناد به نحوی مرتب می شوند که به فوریت در هنگام نیاز ، می توان آنها را پیدا کرد .
۳	Seiso	Sweeping or Shine	نظافت	دگرگون ساختن محیط کار به یک محیط تمیز و درخشان	محیط کار به نحوی تمیز می شود که هیچ جا کثیف نبوده و همه جا از تمیزی برق می زند
۴	Seiketso	Standardization	استاندارد سازی و حفظ سه S نخست	کنترل ، اصلاح دائمی و تدوین استانداردهای پاکیزگی و نظم و ترتیب	وضعیت حاصل از گام های اولیه تثبیت خواهند شد .
۵	Shitsuke	Sustain	انضباط	رعایت احترام و ادب ، برقراری نظام کارای ارتباطات ، احترام به حقوق یکدیگر، وضع مقررات و پیروی جدی از آن ها ، آموزش کارکنان	ایجاد روحیه مناسب و ارتقاء فرهنگی که تضمین کننده حسن انجام فعالیتها به بهترین شیوه است .

مفاهیم و نتایج 5S

۳۰- اطمینان از خاموش بودن وسایل گرمازا پس از استفاده ( نظیر چراغ گاز و ...).

۳۱- پرهیز از پوشیدن لباس هایی که دارای آستین های کوتاه و ... هستند .

۳۲- در صورت بلند بودن موی سر ، حتما بسته و مهار گردد .

۳۳- استفاده از یخچال و فریزر آزمایشگاه جهت نگهداری مواد خوراکی و غذایی اکیداً ممنوع است .

۳۴- پاکیزگی آزمایشگاه یکی از دلایل کاهش حوادث است .

۳۵- اطمینان از شناسایی و علامت گذاری کلیه مخاطرات .

۳۶- کار به تنهایی در آزمایشگاه ممنوع است .

۳۷- گزارش کلیه حوادث و رخداد های به خیر گذشته ( شبه حوادث ) ضروری است .

۳۸- مواد قابل اشتعال بیش از یک روز بر روی میز نگهداری نشوند. (خارج از محل مناسب نباشند.)

۳۹- انجام کلیه دستور العمل های پایان کار و خروج از آزمایشگاه نظیر خاموش کردن دستگاه ها ، بی خطر سازی تجهیزات ، رسیدگی به پسماند ها طبق دستور العمل های اجرایی استاندارد و ...

۴۰- مواد سمی خطرناک حتما در کمد ها و یا کابینت ها با امکان قفل شدن، نگهداری شوند .

- ۴۱- درب ظروف حتما بسته شود. ( پرهیز از نگهداری مواد شیمیایی / بیولوژیک در ظروف با درب باز).
- ۴۲- رعایت اصول چیدمان مواد شیمیایی براساس توصیه های SDS.
- ۴۳- عدم استفاده از تجهیزاتی که طرز کار ایمنی با آنها فرا گرفته نشده است.
- ۴۴- گزارش هر گونه خرابی تجهیزات و یا ماشین آلات به مسئولین ذیربط.
- ۴۵- قریب به ۲۵٪ حوادث آزمایشگاهی مربوط به سر خوردن، افتادن و سقوط می باشد از این رو دسترسی به تجهیزات و مواد شیمیایی، تمیز نگه داشتن و ضبط و ربط محیط آزمایشگاه از اهمیت خاصی برخوردار است. در این صورت می توان مطمئن بود که راههای خروج اضطراری و دسترسی به دوش و یا چشم شوی اضطراری، تمیز بودن سطح آزمایشگاه و ... تامین شده است.
- ۴۶- استفاده از دهان برای کار با پیت و مواد شیمیایی ممنوع است.
- ۴۷- در نظر گرفتن وسایل و کیت مخصوص ریخت و پاش، نشت و جاری شدن مواد شیمیایی در آزمایشگاه.
- ۴۸- کلیه وسایل و تجهیزات پس از انجام آزمایشات و تحقیقات باید به محل های خود باز گردانده شوند.
- ۴۹- شستن دست ها پس از انجام آزمایشات و پایان کار الزامی است.
- ۵۰- انجام آزمایشات بدون مجوز و هماهنگی اکیداً ممنوع است.
- ۵۱- استفاده از مواد شیمیایی و بیولوژیک و ... تهیه شده از خارج از مجموعه و آزمایشگاه بدون اطلاع و تاییدیه مسئولین ذیربط اکیداً ممنوع است.

۵۲- از شعله های باز هنگام استفاده از مواد قابل اشتعال پرهیز گردد. اشراف به آزمایش ، دستورالعمل های اجرایی استاندارد مربوطه ، موارد ایمنی ، سلامت و ... پیش از شروع به آزمایش .

۵۳- استفاده از لنزهای تماسی در آزمایشگاه پیشنهاد نمی گردد زیرا ممکن است بخارات موجود را جذب کرده و باعث مشکلات بسیاری شوند .

۵۴- مطالعه و رعایت کلیه دستورالعمل ها و موارد HSE و استفاده از PPE متناسب در خصوص کار با مواد یا تجهیزات و یا آزمایشاتی که خطر انتشار پرتوهای رادیواکتیو ( یون ساز) را دارا هستند .

۵۵- شناسایی مسیرهای ورود و خروج ، تجهیزات اعلام و اطفاء حریق ، واکنش در شرایط اضطراری ، جعبه کمک های اولیه و دانستن شماره های ضروری ، بسیار حیاتی و ضروری است .



## برخی چک لیست های بررسی HSE آزمایشگاه

با توجه به مطالب یاد شده این کتاب و مخاطراتی که به واسطه انجام آزمایشات اساتید، دانشجویان و کارکنان و محیط زیست را در آزمایشگاه تهدید می کند، می توان با تهیه چک لیست هایی به صورت مدون و برنامه ریزی شده به بررسی شرایط از نظر سلامت، ایمنی و محیط زیست پرداخت و ریسک ها و جنبه های مد نظر را کاهش داد. چک لیست های متفاوت و با رویکرد های مختلفی رامی توان برای این منظور طراحی نمود و در آن به قوانین و مقررات عمومی و یا خاصی اشاره کرد؛ ولی آنچه در این بخش مد نظر است چک لیستی ساده و کاربردی است که می تواند الگویی برای طراحی، بسط و گسترش چک لیست ها در آزمایشگاه باشد. برای این کار می توان ارزیابی آزمایشگاه را به چند روش نظیر: ایمنی بیولوژیکال، ایمنی مواد شیمیایی، تجهیزات تهویه، نگهداری و انبارش و پسماند ها و ... تقسیم بندی نمود. البته با توجه به حجم این کتاب تنها می توان به تعداد محدودی از این چک لیست ها اشاره نمود.

بدون کاربرد	خیر	بلی	ایمنی بیولوژیکال
			آیا کتابچه ایمنی بیولوژیکال در دسترس است؟
			آیا آموزش لازم سالیانه در خصوص عوامل خطر ساز بیولوژیک انجام می شود؟
			آیا دستورالعمل خاموش کردن اتوکلاو در دسترس است؟ ( خصوصاً برای موارد اضطراری)
			آیا قطعات تیز و یا سوزن ها به طریقه صحیح دفع می شوند؟
			آیا مکان BSC دور از درب ورود و حرکت افراد است؟
			آیا موادی جهت بی خطر سازی مناسب در دسترس است؟
			آیا استفاده از پیت با دهان ممنوع است؟

بدون کاربرد	خیر	بلی	پسماند ها و نگهداری مواد شیمیایی / اضافی
			آیا ظروف مواد شیمیایی غیر مورد نیاز بر روی زمین، میز و یا ... چیده شده اند؟ و یا در داخل ظروف نگهداری دوم قرار دارند؟
			آیا درب همه ظروف مواد شیمیایی غیر مورد نیاز بسته است؟ یا مثلا قیف هنوز داخل آن وجود دارد؟
			آیا مواد شیمیایی اضافی بر چسب " مواد شیمیایی اضافی " دارند؟
			آیا مواد شیمیایی غیر مورد نیاز تفکیک شده اند؟
			آیا ابزاری نظیر جارو، خاک انداز، انبر، پنس و ... برای برداشتن ظروف و شیشه های شکسته موجود است؟
			آیا ظروف مخصوص اشیاء شکسته تعبیه شده است؟

بدون کاربرد	خیر	بلی	ایمنی مواد شیمیایی
			آیا مواد قابل اشتعال واکسید شده در کابینت های مجزا با درب های جداگانه نگهداری می شوند؟
			آیا مواد خورنده درون کابینتی مجزا از مواد قابل اشتعال نگهداری می شوند؟
			آیا علائم خطر مربوطه بر روی طبقه ها و کابینت ها نصب شده است؟
			آیا مواد شیمیایی خطرناک پایین تر از سطح چشم نگهداری می شوند؟
			آیا درب ظروف مواد شیمیایی عاری از ترک و سوراخ است؟
			آیا مواد سرطان زا درون ظرف دوم نشکن نگهداری می شوند؟
			آیا مواد سرطان زا در محلی ایمن و علامت گذاری شده هستند؟

بدون کاربرد	خیر	بلی	موارد عمومی ، شرایط اضطراری ، برق و آموزش و...
			آیا خوردن ، آشامیدن استفاده از لنز های تماسی و آرایش کردن در آزمایشگاه انجام نمی شود ؟
			آیا مواد خوراکی برای انسان در آزمایشگاه موجود است ؟
			آیا همه بخش های متحرک دستگاه ها دارای محافظ مناسب است ؟
			در صورت وجود لیزر در آزمایشگاه موارد ایمنی مربوطه رعایت می شود ؟
			آیا نقاطی از میزهای آزمایشگاه وجود دارد که پاک نشود ؟
			آیا فاصله تا چشم شوی اضطراری از محل مخاطرات بیش از ۱۰ ثانیه است ؟
			آیا تجهیزاتی نظیر دوش و چشم شوی اضطراری در یک سال گذشته تست شده اند ؟
			آیا درپوش سیلندرهای گاز فشرده به روی آنها قرار دارد ؟
			آیا سیلندرهای اکسیژن و هیدروژن با فاصله ۶ متری از هم جدا شده اند ؟ ( و یا دیوار متناسب بین آن ها به فاصله ۱.۵ سانتیمتر )

			آیا تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده می شود؟
			آیا وضعیت سلامتی کابل های برق مناسب است؟
			آیا جعبه های تقسیم و تابلوهای برق در شرایط اضطراری به راحتی در دسترس هستند؟
			آیا افراد داخل آزمایشگاه از نظر آموزش ایمنی به روز هستند؟
			....

بدون کاربرد	خیر	بلی	تجهیزات تهویه و هودها
			آیا مسیر تخلیه هوای هودها کاملاً باز است؟
			آیا هود ها در یک سال گذشته تست شده اند؟
			آیا کارها در عمق حداقل ۱۵ سانتیمتری داخل هودها انجام می شود؟
			در صورت وجود آلام ، آیا به درستی کار می کند؟

## منابع :

۱. دوره آموزشی HSE در آزمایشگاه ها ، احمد یاری

2. [www.osha.gov](http://www.osha.gov)
3. [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)
4. [www.who.int](http://www.who.int)
5. [www.cuny.edu](http://www.cuny.edu)
6. [www.gesafety.com](http://www.gesafety.com)
7. [www.folkhalsomyndigheten.se](http://www.folkhalsomyndigheten.se)
8. [www.hhs.gov](http://www.hhs.gov)
9. [www.utexas.edu](http://www.utexas.edu)
10. [www.canadianbiosafetystandards.collaboration.gc.ca](http://www.canadianbiosafetystandards.collaboration.gc.ca)
11. [www.ccohs.ca/oshanswers](http://www.ccohs.ca/oshanswers)
12. [www.unece.org](http://www.unece.org)
13. [www.msu.edu](http://www.msu.edu)
14. [www.ehs.harvard.edu](http://www.ehs.harvard.edu)
15. [www.washington.edu](http://www.washington.edu)
16. [www.oseh.umich.edu](http://www.oseh.umich.edu)
17. [www.cam.ac.uk](http://www.cam.ac.uk)
18. [www.sites.google.com/site/bio1112atbcc](http://www.sites.google.com/site/bio1112atbcc)
19. [www.brighton.ac.uk](http://www.brighton.ac.uk)
20. [www.uic.edu/uic/](http://www.uic.edu/uic/)