



راهنمای سریع و کاربردی
سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE)
در آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها

گردآوری: احمد یاری - الهام یاری

فهرست

مقدمه.....	۱
۱- مخاطرات و عوامل زیان آور آزمایشگاه‌ها.....	۳
۲- نشانه‌های ایمنی.....	۵
۱-۲ نشانه‌های ایمنی الزامی.....	۵
۲-۲ نشانه‌های ایمنی ممنوعیت.....	۶
۳-۲ نشانه‌های ایمنی هشدار دهنده.....	۶
۴-۲ نشانه‌های ایمنی وضعیت ایمن.....	۶
۵-۲ نشانه‌های ایمنی آتش.....	۷
۳- تجهیزات حفاظت فردی (PPE).....	۷
۳-۱ محافظ‌های چشم و صورت.....	۸
۲-۳ محافظ‌های دست.....	۸
۳-۳ لباس‌های حفاظتی.....	۱۲
۴-۳ ماسک‌ها و تجهیزات حفاظت از دستگاه تنفسی.....	۱۲
۵-۳ محافظ‌های شنوایی.....	۱۲
۶-۳ محافظت از پاها.....	۱۲
۴- مدیریت حوادث.....	۱۵
۵- آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری.....	۱۵

۱-۵	دستور العمل‌های خروج اضطراری از آزمایشگاه.....	۱۶
۲-۵	دستور العمل‌های توقف اضطراری آزمایشگاه.....	۱۶
۳-۵	دستورالعمل‌های شرایط اضطراری پزشکی.....	۱۷
۴-۵	دستورالعمل‌های شرایط اضطراری آتش‌سوزی و یا انفجار.....	۱۸
۵-۵	دستورالعمل‌های مواجهه با نشت مواد شیمیایی.....	۲۰
۶-۱	ایمنی مواد شیمیایی و ملاحظات آن.....	۲۴
۶-۱	لوزی خطر.....	۲۵
۶-۲	نکاتی در خصوص نگهداری ایمن مواد شیمیایی.....	۲۷
۶-۳	رعایت اصول مربوط به توزین مواد.....	۲۸
۷-۱	مخاطرات و ایمنی زیستی در آزمایشگاه‌ها.....	۳۰
۸-۱	آشنایی با برخی تجهیزات تهویه در آزمایشگاه‌ها.....	۳۳
۹-۱	برگه اطلاعات ایمنی (مواد).....	۳۵
۱۰-۱	مدیریت پسماندها در آزمایشگاه.....	۳۷
۱۱-۱	برخی قوانین عمومی آزمایشگاه.....	۴۱
۱۲-۱	برنامه بهداشت و واکسیناسیون کارکنان.....	۴۶
۴۷	منابع.....	

مقدمه

در محیط آزمایشگاه و کارگاه، مخاطرات گوناگونی مانند مواد شیمیایی، مواد رادیواکتیو، جریان الکتریسیته، وسایل مکانیکی، مواد آتش‌زا، مواد سرطان‌زا، پسماندهای خطرناک و ... وجود دارند که در صورت عدم رعایت صحیح اصول ایمنی می‌توانند سلامت افراد را تهدید نمایند. بر همین اساس اجرای ایمنی در این گونه مکان‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از نخستین شواهد کنترل مخاطرات کار مربوط به دوران روم باستان به سده دوم پیش از میلاد است. در آن زمان معدنچیان با استفاده از پارچه‌ای، جلو دهان خود را می‌بستند تا از استنشاق گردوغبار جلوگیری نمایند. نخستین بار سقراط^۱ در سده چهارم پیش از میلاد مسمومیت کارگران با سرب را تشخیص داد. پلنی^۲ در سده نخستین پس از میلاد خطرات سولفور روی را تشخیص داد و توصیه کرد که افراد برای جلوگیری از خطرات گردوغبار از ماسک تنفسی استفاده کنند.

بهداشت و ایمنی در محل کار از سال ۱۸۸۵ با هم مطرح شده و هر جا که ایمنی مطرح بوده سخن از بهداشت و محیط نیز به میان آمده است. مباحث ایمنی بعد از انقلاب صنعتی به دلایل افزایش آمار مرگ و میر کارگران مطرح شد. مسائل محیط زیست نیز بعد از انقلاب صنعتی به وجود آمد و به شکل جدی مطرح شد.

صنایع نفت، گاز و پتروشیمی با توجه به استراتژیک بودن و پیچیدگی‌های فرآیندی خاص، اهمیت ویژه‌ای برای مقوله HSE و بطور خاص ایمنی قائل شده‌اند و با پیاده‌سازی استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی سعی در کاهش تلفات جانی و مالی ناشی از رخداد حوادث پرداخته‌اند.

1 Hippicratis

2 Plany

با توجه به اینکه فعالیت‌های آزمایشگاهی و کارگاهی بخشی مهم و مکمل در تدریس و آموزش علوم تجربی و فنی و مهندسی است، لزوم وجود آزمایشگاه و کارگاه ایمن امری ضروری برای ارکان آموزش می‌باشد. امروزه ایمنی آزمایشگاه و کارگاه و ایمنی افراد مرتبط با آن از مهمترین اهداف هر سیستم آموزشی می‌باشد.

اساتید، دانشجویان و کارشناسان آزمایشگاه ساعت‌ها و روزها در محیطی به نام آزمایشگاه مشغول تحقیق و بررسی هستند و بی‌شک این محیط با توجه به نوع آزمایشگاه و کارگاه ممکن است مخاطراتی را در بر داشته باشد، از این رو رعایت برخی امور و احتیاطات و در کل اهتمام به ایمنی جهت فاصله گرفتن از مخاطرات و ریسک‌های موجود می‌تواند نه تنها راهگشا بلکه ضروری باشد. این موارد شامل همه اعمالی است که یک محقق از زمان ورود به یک آزمایشگاه تا زمان جابجایی، انجام آزمایش بر روی مواد، ذخیره کردن و حتی زمان مواجهه با پسماند مواد مورد آزمایش انجام می‌دهد و از این رو احتیاط‌های مربوط به خود را نیاز دارد. در این متن به دنبال آن هستیم که بتوانیم آزمایشگاه و کارگاهی سالم و ایمن داشته باشیم.

۱- مخاطرات و عوامل زیان‌آور آزمایشگاه‌ها

مخاطرات و عوامل زیان‌آور آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها را می‌توان در پنج گروه عمده تقسیم بندی نمود.

گروه اول: مخاطرات فیزیکی نظیر انفجار و ...

گروه دوم: مخاطرات شیمیایی موجود در آزمایشگاه نظیر اسیدها و بازها.

گروه سوم: مخاطرات زیستی نظیر ویروس‌ها، انگل‌ها، میکروب‌ها و ...

گروه چهارم: مختص آزمایشگاه‌ها نبوده و به عدم تطابق کار با وضعیت مناسب بدنی افراد اشاره دارد که به آن مخاطرات ارگونومیکی گفته می‌شود.

گروه پنجم: مخاطرات روانی احتمالی که از حضور در آزمایشگاه یا کارگاه حادث می‌شود.



شکل ۱ عوامل زیان‌آور محیط آزمایشگاه در یک نگاه

از سوی دیگر می‌توان مخاطرات موجود در آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها را به سه بخش ذیل نیز تقسیم‌بندی نمود:

الف) فعالیت‌هایی که انجام و یا پیامد انجام آن، برای بهداشت و سلامت انسان مخاطراتی را در برخواهد داشت.

ب) فعالیت‌هایی که انجام و یا پیامد انجام آن، مخاطرات فیزیکی در پی داشته و باعث کاهش ایمنی انسان می‌شود.

ج) فعالیت‌هایی که انجام و یا پیامد انجام آن، جنبه‌های زیست محیطی (چه به صورت آبی و چه در دراز مدت) در برخواهد داشت.

تا کنون تلاش‌های بسیاری در اقصی نقاط جهان برای مصور کردن خطرات عنوان شده صورت گرفته است اما با توجه به اینکه امکان دارد علائم به کار رفته مربوط به مخاطرات محیط‌های آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها در کشورهای مختلف متفاوت باشد، مرجعی جهانی برای شناسایی مواد شیمیایی به نام سامانه هماهنگ جهانی طبقه‌بندی و برچسب‌گذاری مواد شیمیایی^۳ (GHS) راه‌اندازی شده و علائم مد نظر در این سامانه به نام پیکتوگرام^۴ شناخته شده است. این سامانه شامل ۹ پیکتوگرام است که به جز پیکتوگرام مربوط به محیط زیست،

3 Globally Harmonized System of Classification & Labeling of Chemicals

۴ پیکتوگرام (Pictogram) ساده‌ترین راه برای برقراری ارتباط بین تمام افراد یک جامعه، با هر سطح سواد و فرهنگ و حتی زبان یا نژاد است.

استفاده از مابقی پیکتوگرام‌ها بر روی مواد شیمیایی اجباری است که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد.

GHS – Hazard Pictograms and Related Hazard Classes	
 Exploding Bomb • قابل انفجار • پراکندگی‌های آلی • مواد فعال	 Skull & Crossbones • سمیت حاد (کشنده و یا سمی)
 Gas Cylinder • گازهای تحت فشار	 Environment • مسموم کننده آبریان
 Flame Over Circle • -گازهای اکسید شونده • مایعات اکسید شونده • - جامدات اکسید شونده	 Corrosion • سوزاننده / خورنده پوست • آسیب رساننده به چشم • خورنده فلزات
 Exclamation Mark • محرک (چشم و پوست) • تحریک کننده پوست (آرزی دهنده) • سمیت حاد • اثرات مخدر • تحریک کننده دستگاه تنفسی • خطرناک برای لایه اوزون (غیر الزام آور)	 Health Hazard • سرطان زا • عامل موتاژن (جهش زنی) • سمیت باروری • محرک دستگاه تنفسی • سمیت تنفسی • سمیت ارگان های خاص بدن
 Flame • پروپوریک ها (نقطه اشتعال زیر 55°C در هوا) • موادی که گازهای قابل اشتعال از خود ساطع می کنند. • گرمزا (خود به خودی) • واکنش زا (خود به خودی یا فعال) • (پراکندگی‌های آلی)	

شکل ۲ پیکتوگرام‌های مربوط به سامانه هماهنگ جهانی طبقه‌بندی و برچسب‌گذاری مواد شیمیایی (GHS)

در مجموع موثرترین روش مواجهه و کنترل مخاطرات حذف آنها است و کم اثرترین رویکرد در مقابل خطرات را می‌توان تنها استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) دانست؛ چرا که حتی نگهداری و استفاده از این تجهیزات نیز بر روی عملکرد آنها تاثیرگذار است.

سلسله مراتب کنترل



شکل ۳ بررسی اثربخشی و سهولت در اجرای روش های کنترل مخاطرات

۲- نشانه های ایمنی

به عنوان کم هزینه ترین و ساده ترین روش کنترل و پیش گیری از خطرات در محیط های آزمایشگاهی و کارگاهی، استفاده از نشانه های ایمنی الزامی است. در این راستا استانداردهای زیادی برای تولید نشانه های ایمنی وجود دارد که هر کدام از این استانداردها، مزایا و معایب خاص خود را دارند. لازم به ذکر است در حال حاضر تولیدکنندگان داخلی نشانه های ایمنی، بیشتر از استاندارد ISO3864 که توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نیز ترجمه و منتشر شده است، استفاده می کنند. در ادامه به بررسی اصول استاندارد و بیان نمونه هایی از هر گروه نشانه ها، اشاره می شود.

همچنین ضروری است در کارگاه ها مختلف و با بهره گیری از تمامی نشانه های مورد نیاز اشاره شده در این استاندارد، تلاش لازم به منظور کنترل و پیش گیری خطرات احتمالی انجام گیرد.

به منظور دسته بندی نشانه های ایمنی، هر نشانه با رنگ و شکل خاصی طراحی شده که این شکل ها در ترکیب با رنگ های مختلف، معانی مختلفی را می رسانند. دسته بندی انواع نشانه های ایمنی به شرح زیر است:

۲-۱- نشانه های ایمنی الزامی

شکل هندسی در این نشانه ها دایره و به رنگ آبی است. معنی ترکیب رنگ آبی با دایره، الزام و دستور بوده و کاربران با مشاهده ی نشانه هایی که با دایره آبی رنگ مشخص شده اند، ملزم به رعایت پیام نشانه ایمنی می باشند.



شکل ۴ نمونه هایی از نشانه های ایمنی الزامی

۲-۲- نشانه‌های ایمنی ممنوعیت

شکل هندسی در این نشانه‌ها نیز دایره است ولی رنگ آنها قرمز بوده و یک خط کج (اریب) نیز در این نشانه وجود دارد. معنی ترکیب رنگ قرمز با دایره، ممنوعیت است. در این نشانه‌ها باید از فعالیتی که با دایره‌ی قرمز و با خط کج مشخص شده است، خودداری شود.



شکل ۵ نمونه‌هایی از نشانه‌های ایمنی ممنوعیت

۲-۳- نشانه‌های ایمنی هشدار دهنده

شکل هندسی در این نشانه‌ها مثلث متساوی الاضلاع زرد رنگ با حاشیه‌ی مشکی است. معنی ترکیب رنگ زرد با مثلث، یکی از معانی احتیاط، هشدار و یا خطر است. به عبارت دیگر، نشانه‌هایی که با مثلث زرد رنگ مشخص شده‌اند، خطر نهفته‌ای را به کاربران گوشزد می‌کنند که اگر به آنها توجه نشود ممکن است سبب آسیب به آنها و یا تجهیزات شود.



شکل ۶ نمونه‌هایی از نشانه‌های ایمنی هشدار دهنده

۲-۴- نشانه‌های ایمنی وضعیت ایمن

شکل هندسی در این نشانه‌ها مربع سبز است. معنی ترکیب رنگ سبز با مربع، می‌تواند یکی از مفاهیم شرایط ایمن، تجهیزات ایمنی و یا مسیرهای خروج اضطراری باشد. به عبارت دیگر کاربران با مشاهده نشانه‌هایی که با مربع سبز رنگ مشخص شده‌اند، ایمن‌ترین وضعیتی را که در پیش روی آنها قرار گرفته است، خواهند دید.



شکل ۷ نمونه‌هایی از نشانه‌های ایمنی وضعیت ایمن

۲-۵- نشانه‌های ایمنی آتش

شکل هندسی این نشانه‌ها نیز مربع قرمز رنگ است. معنی ترکیب رنگ قرمز با مربع، می‌تواند پیامی در خصوص آتش، آتش‌نشانی و یا تجهیزات آتش‌نشانی باشد. به عبارت دیگر کاربران با مشاهده نشانه‌هایی که با مربع قرمز رنگ مشخص شده‌اند، باید متوجه شوند که با یکی از تجهیزات ایمنی و آتش‌نشانی سر و کار دارند.



شکل ۸ نمونه‌هایی از نشانه‌های ایمنی آتش

۳- تجهیزات حفاظت فردی (PPE)^۵

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

تجهیزات حفاظت فردی در آزمایشگاه باید به میزان کافی و در دسترس کارکنان، دانشجویان، بازدیدکنندگان و تمامی 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 آزمایشگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان به انواع دستکش، عینک، روپوش، محافظ صورت، چکمه، محافظ‌های شنوایی و ... اشاره کرد. انتخاب تجهیزات متناسب با مخاطرات و بر اساس شناسایی و ارزیابی و نحوه استفاده صحیح از آنها از جمله بهترین مواردی است که می‌توان در خصوص PPE مطرح نمود. در هنگام تصمیم برای استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، پاسخ به سوالات زیر می‌تواند بسیار تعیین کننده باشد.

- نوع مواد شیمیایی مورد استفاده چیست؟ غلظت و مقدار آن به چه میزان است؟
- نحوه مواجهه عوامل زیان‌آور با شخص چگونه است؟ بررسی راه‌های 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، مانند زمان مفید، تجزیه پذیری و
- راحتی و سهولت در کاربرد. عامل مهمی برای ترغیب افراد به استفاده از

تجهیزات حفاظت فردی است. نکته حائز اهمیت شرایط نگهداری این تجهیزات است، که سهم به سزایی را در حفظ قابلیت‌های آنها در زمان استفاده ایفا می‌کند.

- آموزش استفاده صحیح و بجا از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) از جمله مواردی است که ممکن است فراموش شود و با این آموزش‌ها می‌توان موارد ذیل را به افراد یادآور شد.

- زمان استفاده از PPE در چه مواقعی است؟
- PPE مناسب در آزمایش‌ها و شرایط گوناگون چیست؟
- نحوه نگهداری، تعویض و دور انداختن PPE در شرایط مختلف چگونه است؟

بطور خلاصه تجهیزات حفاظت فردی معمول و مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها را می‌توان به شیوه زیر تقسیم‌بندی نمود.

۳-۱- محافظ‌های چشم و صورت

این محافظ‌ها بسته به مخاطرات، باید توانایی محافظت از چشم و صورت در برابر ذرات و اجسام پرتاب شده، شیشه‌های شکسته، قطرات پرتاب شده اسیدی و یا بازی، بخارات و یا گازهای شیمیایی و طیف‌های نوری با قابلیت ایجاد آسیب در چشم و ... را دارا باشند. یکی از راهنماهای خوب برای انتخاب تجهیزات فردی ویژه چشم‌ها و صورت، استاندارد ANSI, Z87.1-2015 می‌باشد.

۳-۲- محافظ‌های دست

بیشترین آمار جراحات و آسیب‌های وارده به انسان مربوط به دست‌ها و بازوان است، که در ۴ گروه تماس با مواد شیمیایی، خراش، برش و مواجهه با سرما و گرما طبقه‌بندی می‌شوند. 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 قابلیت جذب سریع از طریق پوست را دارا هستند که در این صورت انتخاب دستکشی نفوذ ناپذیر 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 آن‌ها عبارتند از: دستکش‌های پارچه‌ای، دستکش‌های چرمی، دستکش‌های مشبک فلزی، دستکش‌های کار با دمای زیر صفر، دستکش‌های مقاوم در برابر مواد شیمیایی، دستکش‌های لاتکس، نیتریل، نئوپرن و به عنوان مثال دانشگاه برکلی جدول زیر را برای انتخاب دستکش‌ها و ملاحظات آنها در انتخاب ارائه نموده است.

جدول ۱ نمونه‌هایی از انواع دستکش مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها

جنس دستکش	کاربرد مورد نظر	مزایا و معایب	تصویر نمونه
لاتکس	تماس تصادفی و موردی	برای مواد زیستی و مبتنی بر آب مناسب است. در برابر حلال‌های آلی ضعیف بوده و حفاظت اندکی در برابر مواد شیمیایی دارد. تشخیص سوراخ‌ها و منافذ دستکش دشوار است. می‌تواند باعث حساسیت‌های لاتکس و یا بروز آلرژی شود.	
نیتریل	تماس موردی (دستکش یک بار مصرف) تماس بیشتر (دستکش ضخیم‌تر برای استفاده مجدد)	دستکشی عالی برای استفاده‌های عمومی. خوب برای حلال‌ها، روغن‌ها، گریس‌ها و برخی اسیدها و بازها	
بوتیل	تماس زیاد و مداوم	برای کتون‌ها و استرها مناسب است. برای بنزین و هیدروکربن‌های آروماتیک، آلفاتیک و هالوژنه ضعیف است	
نئوپرن	تماس زیاد و مداوم	مناسب برای اسیدها و بازها، سوخت‌ها، پراکسیدها، هیدروکربن‌ها و فنل‌ها. ضعیف برای هیدروکربن‌های آروماتیک هالوژنه. مناسب برای غالب مواد شیمیایی خطرناک	

تصویر نمونه	مزایا و معایب	کاربرد مورد نظر	جنس دستکش
	مناسب برای غالب مواد شیمیایی خطرناک. اندازه پذیری و فیت شدن ضعیف	تماس زیاد و مداوم	نورفویل
	مناسب برای حلال های آروماتیک و کلرینه. مقاومت خوب در برابر برش و سایش. ضعیف در مقابل کتون ها گران قیمت.	تماس زیاد و مداوم	ویتون
	مناسب برای اسیدها، بازها، روغن ها، چربی ها، پراکسیدها و آمین ها. مقاومت مناسب در برابر سایش ضعیف در مقابل اغلب حلال های آلی	استفاده خاص	پلی وینیل کلراید (پی وی سی)
	مناسب برای حلال های آروماتیک و کلرینه. ضعیف برای حلال های پایه آب.	استفاده خاص	پلی وینیل الکل

جنس دستکش	کاربرد مورد نظر	مزایا و معایب	تصویر نمونه
فولاد ضد زنگ کولار چرم	استفاده خاص	دستکش‌های ضد برش آستین‌هایی برای محافظت از مچ و ساعد وجود دارد. در صورت احتمال آلودگی بیولوژیکی یا شیمیایی از دستکش‌های یکبار مصرف مناسب بر روی دستکش‌های مقاوم برش بپوشید و بعد از استفاده دور بیندازید	 
مواد ضد سرما چرم	استفاده خاص	برای استفاده و مواجهه با مواد بسیار سرد (دمای زیر صفر). برای جلوگیری از سرمازدگی طراحی شده است. نکته: هرگز دستکش‌های خود را مستقیماً وارد نیتروژن مایع نکنید.	

۳-۳- لباس‌های حفاظتی

شامل تمامی اقلام پوشیدنی است، که از لباس‌های معمولی فرد در آزمایشگاه در مقابل آلودگی‌های شیمیایی، بیولوژیک و پاشش مایعات محافظت می‌کند و از آن جمله می‌توان به کت، روپوش، پیش‌بند، چکمه و کاور کفش اشاره نمود که در واقع یک سپر حفاظتی به شمار می‌آیند. البته پوشیدن لباس و پاپوش (کفش) نیز در آزمایشگاه‌ها قواعد خاصی دارد که در بخش قواعد عمومی به آنها اشاره خواهد شد.

۳-۴- ماسک‌ها و تجهیزات حفاظت از دستگاه تنفسی

این تجهیزات عبارتند از ماسک‌های قابل تعویض (نظیر ماسک N95 که اغلب به عنوان ماسک گرد و غبار شناخته می‌شود)، ماسک‌های تصفیه‌کننده و خالص‌کننده‌های هوا و همچنین تجهیزات تامین‌کننده‌های هوا. همواره ترجیح بر آن است که شرایط اتمسفر آزمایشگاه با راه‌های دیگری نظیر روش‌های 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...



شکل ۹ برخی نمونه‌های تجهیزات حفاظت از دستگاه تنفسی (تصفیه‌کننده هوا)

۳-۵- محافظ‌های شنوایی

تجهیزاتی که به صورت گوشی‌های جاذب صوت و پلاگ‌های داخل گوشی و یا تجهیزات مشابه ساخته می‌شوند تا در صورت بالا بودن میزان شدت صوت در آزمایشگاه نظیر زمانی که برخی تجهیزات خاص در حال کار هستند، آن را به اندازه مجاز و یا کمتر از آن که با توجه به زمان مواجهه با صدا تعیین می‌شود، تقلیل دهند.



شکل ۱۰ نمونه‌هایی از تجهیزات محافظت از دستگاه شنوایی

۳-۶- محافظت از پاها

برای محافظت از پای تمامی کارکنان، دانشجویان و افرادی که به آزمایشگاه وارد می‌شوند، پیش‌بینی تمهیدات لازم ضروری است. زیرا این افراد در معرض تهدید خطرات بالقوه تماس با عوامل زیان آور شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی و ارگونومیکی قرار دارند. به عنوان مثال کفش‌های چرمی برای تماس مستقیم و طولانی مدت با مواد شیمیایی طراحی نشده‌اند و در این خصوص استفاده از چکمه‌های لاستیکی مقاوم در برابر مواد شیمیایی ضروری است.

همچنین استفاده از کاورهای پولادی پنجه پا، کفش‌های پنجه فولادی برای انجام کارهای سنگین و یا پوشیدن چکمه‌های مقاوم به مواد شیمیایی در هنگام حمل و نقل، جا به جایی و یا سر و کار داشتن با مقادیر بالای مواد شیمیایی الزامی است.



شکل ۱۱ برخی از پوش‌های محافظ پا در آزمایشگاه‌ها و پوش‌های نایمن و ممنوع در آزمایشگاه‌ها

نمونه چک لیست بررسی آزمایشگاه در خصوص آموزش و مستندسازی

اطلاعات آزمایشگاه				
مدیر آزمایشگاه / محقق اصلی:				
محل آزمایشگاه:				
نظرات	بدون کاربرد	خیر	بله	
آموزش و مستند سازی				
				آیا میزان موجودی برای همه مواد خطرناک به صورت به روز موجود است؟
				آیا برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (SDS) در زمان‌های حضور کارمندان آماده و قابل استفاده است؟
				آیا ارزیابی مخاطرات و گواهینامه‌های مربوطه تکمیل شده است؟
				آیا کارکنان محل موجودی مواد شیمیایی ، SDSها و سایر موارد مرجع مرتبط را می دانند؟
				آیا کارکنان آموزش ایمنی سازمانی(عمومی) و آموزش ایمنی آزمایشگاه (ویژه مخاطرات آزمایشگاه) که معمولاً توسط دفتر سلامت، ایمنی و بهداشت صورت می گیرد را دیده‌اند؟
				آیا کارکنان با مخاطرات فیزیکی و مربوط به سلامت مواد شیمیایی در محل کار آشنا هستند؟
				آیا کارکنان قادر به تشخیص وجود یا رها شدن مواد خطرناک هستند؟
				آیا کارکنان می‌دانند چگونه از خود و دیگران در برابر اثرات مواد خطرناک محافظت کنند؟
				آیا کارکنان با برنامه بهداشت مواد شیمیایی (یا معادل آن) آشنا هستند؟

نمونه چک لیست بررسی آزمایشگاه در خصوص تجهیزات (البسه) حفاظت فردی، تجهیزات و کنترل مهندسی

اطلاعات آزمایشگاه				
مدیر آزمایشگاه / محقق اصلی:				
محل آزمایشگاه:				
نظرات	بدون کاربرد	خیر	بله	
تجهیزات (البسه) حفاظت فردی، تجهیزات و کنترل مهندسی				
				آیا کارکنان البسه تمام قد و کفش‌هایی که پا را کاملاً بپوشاند، برای محافظت کلی و محافظت از پاها می‌پوشند؟
				آیا حضور با موهای بلند در آزمایشگاه ممنوع است؟ آیا زیورآلات ممنوع و پیش از حضور در آزمایشگاه کنار گذاشته می‌شود؟
				آیا روپوش‌های آزمایشگاهی از مواد مناسب در دسترس بوده و پوشیده می‌شود؟
				آیا دستکش‌های مناسب در دسترس بوده و استفاده می‌شود؟
				آیا عینک‌ها، سپرهای (نقاب) صورت از نوع مناسب در دسترس بوده و استفاده می‌شود؟
				دستگاه‌های کمک تنفسی (ماسک‌ها و رسیپراتورها) در آزمایشگاه موجود بوده و مورد استفاده قرار می‌گیرد؟ اگر بله...
				آیا آموزش استفاده از موارد فوق، آزمایش نشستی و ارزیابی پزشکی برای کارکنان انجام می‌شود؟
				آیا دستگاه‌های کمک تنفسی مرتباً تمیز، نگهداری و بازرسی می‌شوند؟
				هود شیمیایی موجود است؟ اگر بله...
				آیا هود شیمیایی بدون بهم ریختگی و مواد رها شده داخل آن است؟
				آیا هود شیمیایی در ۱۲ ماه گذشته بازرسی شده است؟
				آیا هودهای شیمیایی مجهز به نشانگر جریان هوا هستند؟
				آیا آزمایشات و عملیات مربوط به اسید پرکلریک در هودهای شیمیایی مخصوص انجام می‌شود؟
				کابینت ایمنی بیولوژیکی موجود است؟ اگر بله...
				آیا کابینت ایمنی بیولوژیکی عاری از شلوغی و درهمی و دارای سطوح ضد عفونی شده است؟
				کابینت ایمنی بیولوژیکی طی ۱۲ ماه گذشته گواهینامه صحت عملکرد اخذ نموده است؟
				آیا از پیت‌های مکانیکی یا انواع دیگر آن به جای مکش دهانی استفاده می‌شود؟

۴- مدیریت حوادث

عمده‌ترین حادثه در آزمایشگاه ریختن مواد شیمیایی است. ریختن مواد شیمیایی در آزمایشگاه، ممکن است باعث بروز حادثه در آزمایشگاه شود. در صورتی که میزان ماده شیمیایی ریخته شده کم باشد دستورات زیر باید انجام شود.

- افراد حاضر در آزمایشگاه را بلافاصله مطلع کنید.
- از تنفس بخارهای ماده ریخته شده دوری کنید.
- از تجهیزات ایمنی فردی مانند محافظ چشم و صورت، دستکش و لباس استفاده کنید.
- ماده ریخته شده را در یک مکان کوچک محدود کنید.
- از مواد مناسب برای خنثی کردن و جذب اسیدها و بازهای معدنی استفاده کنید.
- باقی‌مانده بی اثر را جمع‌آوری کرده و بعد از قرار دادن در ظرف مناسب به همراه باقی‌مانده‌های شیمیایی به شیوه مناسبی از بین ببرید.
- برای سایر مواد شیمیایی، می‌توان از بسته‌های مخصوص جمع‌آوری یا جاذب مناسب یا ماسه خشک استفاده کرد.
- بعد از جمع‌آوری ماده ریخته شده، سطوح با آب شسته شود. در صورتی که میزان ماده شیمیایی ریخته شده زیاد باشد، انجام اقدامات زیر ضروری است.
 - کمک به اشخاص مصدوم یا آلوده شده با مواد شیمیایی، برای خارج کردن آنها از محیط آلوده.
 - در صورتی که مواد ریخته شده قابل اشتعال هستند، تمام منابع گرمایی و شعله‌ها باید خاموش شود.
 - برای پیش‌گیری از سرایت به سایر فضاها، تمامی درب‌ها بسته شود.
 - اطلاع به افراد مسئول برای انجام اقدام‌های فوریتی.

۵- آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری

شرایط اضطراری می‌تواند در زمان و مکانی بدون هشدار و پیش‌آگهی رخ دهد. برنامه‌ریزی با دقت به همراه افزایش سطح ایمنی می‌تواند افراد درگیر در شرایط اضطراری را یاری داده و باعث حفظ جان آنها شود. البته در این شرایط تجهیزات در مرحله دوم اهمیت هستند، ولی سعی بر حفظ دارایی‌های موجود نیز هست.

شرایط اضطراری هر حادثه‌ای، غیرمترقبه است، و سبب قطع عملکرد عادی بخش مورد نظر (نظیر آزمایشگاه) شده و جان و مال افراد آن مجموعه را تهدید می‌نماید. این شرایط نیازمند واکنش سریع از طریق بکارگیری منابع موجود طی یک برنامه به نام «برنامه واکنش» در شرایط اضطراری ERP^۶ می‌باشد.

شرایط اضطراری در آزمایشگاه‌ها می‌تواند آتش‌سوزی را در برداشته و یا نداشته باشد. آتش‌سوزی از جمله شرایط اضطراری است که انتظار آن در همه آزمایشگاه‌ها وجود داشته و

اکثر کارکنان آزمایشگاه‌ها باید شرایط برخورد و گام‌های واکنش در این شرایط را آموخته باشند. شرایط اضطراری غیر از آتش‌سوزی می‌تواند شامل موارد ذیل باشد.

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

۱-۵- دستورالعمل‌های خروج اضطراری از آزمایشگاه

- حفظ خونسردی
- اتمام کار در حال انجام به طریقه‌ای ایمن (نه رها کردن همه چیز نظیر شعله، تجهیزات و...)
- برداشتن وسایل شخصی در صورت ایمن بودن و امکان‌پذیر بودن آن. به همراه برداشتن داروهای ضروری، چرا که ممکن است ساعت‌ها امکان بازگشت به آزمایشگاه یا ساختمان مورد نظر وجود نداشته باشد.
- توجه ویژه به افراد کم توان و یا افرادی که دارای ناتوانی خاصی هستند.
- بستن درب‌ها در صورت ایمن بودن و قفل نکردن آن‌ها.
- استفاده از نزدیکترین پله و عدم استفاده از آسانسور.
- عدم بازگشت به محل (ساختمان محیط آزمایشگاه) تا زمان اعلام از سوی مراجع ذیربط.

۲-۵- دستورالعمل‌های توقف اضطراری آزمایشگاه

همه آزمایشگاه‌ها باید برنامه‌ای درخصوص واکنش در شرایط اضطراری غیر از آتش‌سوزی داشته باشند و افراد داخل آزمایشگاه نیز اعم از کارشناسان، دانشجویان و اساتید نیز درخصوص 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 قطعا کامل نیست ولی نگاه و دیدی مناسب را به افراد ذینفع در این خصوص ارائه می‌دهد.

- بستن درب هودها
- اطمینان از بسته بودن و قرار داشتن درب بر روی تمامی بطری‌های حاوی مواد شیمیایی
- خاموش کردن وسایل غیرضروری برقی
- غیرفعال کردن دستگاه‌های لیزر، NMR، مولدهای تناوب رادیویی و...
- بستن همه شیرهای مخازن سیلندرهای گاز

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

- چک کردن دما، هوا، رطوبت و همچنین مواد و یا تجهیزات حساس باید برای خاتمه دادن ایمن به همه واکنش‌های در حال انجام، آماده بود و این مهم باید در چهارچوب برنامه‌ای از پیش تعیین شده باشد.

- تبخیر و پخش موادی همچون نیتروژن، دی اکسید کربن و حلال‌ها ممکن است شرایط خطرناکی را رقم بزند، لذا باید اطمینان پیدا کرد که همه ظروف حاوی مایعات سرد و زیرسرد دچار افزایش فشار داخلی نخواهند شد. چک کردن تله‌های وکیومی برودتی الزامی است.

- تمامی کارکنان و دانشجویانی که حضور آن‌ها 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 نمی‌شوند. نظیر چشمه‌های رادیواکتیو و آهنرباهای بزرگ برودتی. از این رو بررسی و مطالعه هرگونه دستورالعمل خاص اجرایی برای تجهیزات داخل آزمایشگاه پیش از وقوع شرایط اضطراری، ضروری است.

۳-۵- دستورالعمل‌های شرایط اضطراری پزشکی

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

- تماس با اورژانس (شماره تلفن ۱۱۵)
- حفظ خونسردی خود و کاهش اضطراب مصدوم و همچنین جلوگیری از افزایش شدت جراحت و یا وخامت احوال مصدوم تا رسیدن تیم اورژانس
- حمل مصدوم به محیط امن با در نظر گرفتن شرایط حمل ایمن در صورت نیاز
- تغییر مکان مصدوم نباید منجر به وخامت حال وی شود.
- انجام کمک‌های اولیه (از پیش آموزش دیده شده) برای مصدوم تا رسیدن تیم امداد و نجات و یا اورژانس.
- حضور فردی در بیرون از آزمایشگاه برای راهنمایی تیم امدادی به داخل مجموعه و کاهش اتلاف وقت.

در این مواقع و حتی شرایط ساده‌تر، جعبه کمک‌های اولیه اهمیت بسیار زیادی دارد. از این رو بررسی و کنترل تجهیزات داخل آن از نظر سلامت، تعداد و تاریخ مصرف از اولویت خاصی برخوردار است. همچنین این جعبه‌ها (کیت‌ها) باید به سهولت در دسترس باشند و در خصوص محل قرارگیری آنها از قبل به افراد آگاهی داده شود.

۴-۵- دستورالعمل‌های شرایط اضطراری آتش‌سوزی و یا انفجار

همه آتش‌سوزی‌ها باید ثبت و به مسئولین ذیربط گزارش شوند. در صورت وجود سیستم‌های اعلان حریق از آن‌ها به سرعت استفاده شود. به طور کلی برخی از خطوط راهنما در این موارد در ذیل آمده است:

- خروج ایمن افراد از محل، طبق دستورالعمل‌های خروج اضطراری و عدم استفاده از آسانسور

- محصور کردن آتش به وسیله بستن درب‌ها

- اعلان حریق، مکان و شدت آن به سازمان آتش‌نشانی (شماره تماس ۱۲۵)

- توضیح نوع، محل، میزان و اطلاعاتی از آتش و مواد و تجهیزات داخل ساختمان به آتش‌نشانان

- استفاده از خاموش‌کننده‌ها در صورتی که اطفای ایمن آتش امکان‌پذیر باشد (در مراحل اولیه آتش‌سوزی) و فرد حتما نحوه کارکرد این وسایل را بداند. قاعدتا این آتش‌سوزی 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 خاموش‌کننده مطمئن باشد که راه فرار برای خود تعبیه کرده یا چنین راهی وجود داشته باشد. (پرهیز از محاصره شدن توسط آتش)

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

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

- استفاده از پتوی آتش‌نشانی یا پتویی که خود به سرعت مشتعل نشود، جهت خفه کردن شعله‌ها و آتش. در صورت نبودن چنین امکاناتی، البسه بزرگ و مرطوب و نمناک نیز می‌تواند مفید باشد.

- خیس کردن فرد آتش گرفته با استفاده از دوش اضطراری (در صورتی که موادی واکنش‌پذیر در محل نبوده و یا امکان برق‌گرفتگی وجود نداشته باشد) و یا استفاده از سایر منابع

- کمک‌های نخستین در خصوص افرادی که دچار سوختگی شده‌اند.

در همین راستا خاموش‌کننده‌های قابل حمل باید حداقل سالیانه یک بار بازرسی و بازدید شوند و ماهیانه نیز بررسی و رویت شوند. در صورت بروز خطا و مشکل حتما نسبت به تعویض آن‌ها اقدام شود. همچنین انتخاب آن‌ها با توجه به نوع آتش انجام شده و محل‌های استقرار آن‌ها به افراد ذیربط شناسانده، تعریف شده و قابل دسترسی باشد.



شکل ۱۲ چهار مرحله استفاده از خاموش کننده‌های دستی معروف به PASS

در این راستا به طور بسیار خلاصه می‌توان به تقسیم‌بندی آتش و خاموش کننده‌های متناسب آن در استانداردهای NFPA^۷ اشاره نمود. توجه به امکان برق گرفتگی و یا تخریب وسایل الکتریکی و الکترونیکی در هنگام استفاده از خاموش کننده‌های حاوی آب الزامی است. در ادامه، انواع آتش با منشاء های مختلف براساس استاندارد NFPA10 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 الکتریکی و برقی در آن وجود دارند (حاصل از نقص سیم‌کشی و یا اتصالات وسایل برقی)
- D: آتش حاصل از فلزات قابل اشتعال نظیر منیزیم
- K: آتشی که شامل تجهیزات پخت و پز می‌شود نظیر روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی

جدول ۲ طبقه بندی آتش بر مبنای NFPA

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 بنزین و حلال ها	گازهای قابل اشتعال نظیر پروپان	تجهیزات برق‌دار نظیر کامپیوترها، قفس و ...	فلزات قابل احتراق نظیر منیزیم، تیتانیم، کربناتوم	مواد آشپزی نظیر چربی ها و روغن های آشپزی
آب	✓ Yes	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No	✗ No
فوم	✓ Yes	✓ Yes	✗ No	✗ No	✗ No	✓ Yes (ABF Foam Only)
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

۵-۵- دستورالعمل‌های مواجهه با نشت مواد شیمیایی

نشت یا ریختن مواد شیمیایی در آزمایشگاه، اقدامات خاصی را می‌طلبد که اولین آن‌ها را می‌توان مطلع کردن سایرین از خطر دانست و در مرحله دوم مشخص کردن اینکه آیا می‌توان با امکانات موجود آن لکه یا نشت را به طور ایمن پاک‌سازی کرد یا خیر.

در این‌گونه حوادث، احتمال تبخیر و یا تصعید مواد شیمیایی وجود داشته و سمی شدن اتمسفر آزمایشگاه یکی از خطرات جدی به شمار می‌رود.

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

- موارد ذیل به صورت عمومی و اختصاصی در خصوص مواجهه با لکه‌ها و نشت‌های مواد شیمیایی در آزمایشگاه مفید هستند.

- تشخیص نوع ماده شیمیایی و میزان لکه یا نشت
- توجه به SDS^۸ ماده شیمیایی و استفاده از تجهیزات تنفسی متناسب
- در اختیار داشتن مواد و تجهیزات لازم برای پاک‌سازی
- در اختیار داشتن تجهیزات حفاظت فردی مناسب
- درک مخاطرات حاصل از حادثه نشت این ماده شیمیایی
- اشراف به شیوه پاک‌سازی لکه و نشت پدید آمده
- توانایی جسمی و ذهنی برای انجام این کار
- اطلاع رسانی به سایرین در خصوص حادثه
- جلوگیری از ادامه نشت یا ادامه انتشار در صورت امکان (ایمن - بودن عملیات)
- جلوگیری از نفوذ ماده شیمیایی به مجراهای آب با استفاده از ماده جاذب
- استفاده از ماده جاذب مناسب برای مواد شیمیایی مایع منتشر شده
- قرار دادن مواد جاذب حاوی مواد شیمیایی در داخل ظرفی که غیر قابل نفوذ بوده و مواد شیمیایی را پس نخواهند داد
- برچسب گذاری ظروف محتوی ماده جاذب آلوده خطرناک
- در صورت امکان علامت گذاری زمین یا مکان‌های آلوده با موادی مانند گچ
- شستشو و پاک‌سازی محل انتشار به شیوه ایمن

- نکات حائز اهمیت در خصوص مواد جاذب

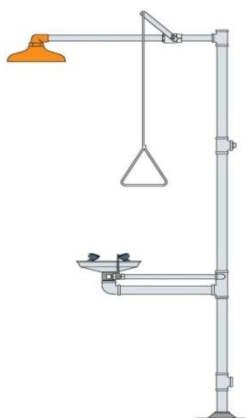
در استفاده از مواد جاذب برای جذب و جمع آوری لکه‌های شیمیایی دقت بسیاری لازم است تا خود ماده جاذب با ماده نشت کرده واکنشی انجام ندهد. از این رو در ادامه برخی مواد مفید در این زمینه معرفی و پیشنهاد می‌شود. لازم به ذکر است این مواد جاذب برای تمامی

موارد مفید نخواهند بود. از این رو مطلع نمودن مسئولین ذیربط در صورت بروز هرگونه شک و شبه‌ای در این خصوص، ضروری است.

به خاطر داشته باشید با توجه به خطرات نشت یا بروز لکه‌های شیمیایی در آزمایشگاه باید کتب و اسناد و دستورالعمل‌های جمع‌آوری این گونه لکه‌ها در آزمایشگاه قرار گیرد، تا در مواقع لزوم توسط افرادی که همگی آموزش دیده نیز هستند، به کار برده شود.

- تجهیزاتی نظیر چشم‌شوی و دوش اضطراری

تمامی آزمایشگاه‌هایی که از مواد خطرناک شیمیایی به ویژه مواد دارای خاصیت خوردندگی استفاده می‌کنند، لازم است مجهز به دوش و چشم‌شوی اضطراری باشند. این تجهیزات باید به فاصله ۱۰ ثانیه قابل دسترس باشند.

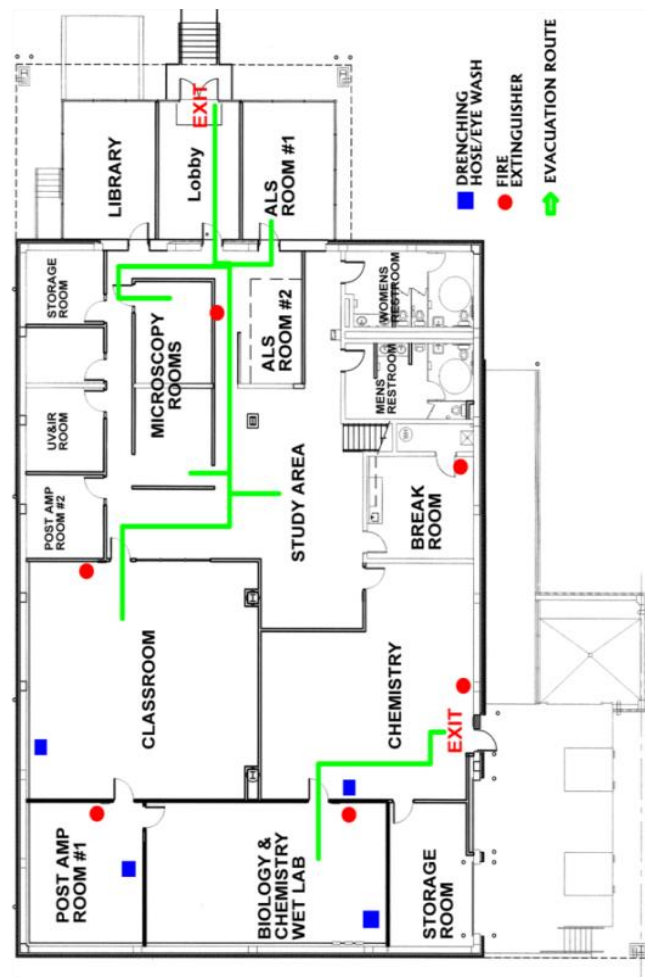


شکل ۱۳ نمونه‌ای از دوش و چشم‌شوی اضطراری

در زمان آلودگی‌های 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 تعویض (درآوردن) لباس‌های آلوده حتما پس از شروع به دوش گرفتن، صورت پذیرد. در خصوص آلودگی با اسید هیدروفلوریک نیز به SDS این ماده توجه شود. با توجه به مطالبی که در خصوص شرایط اضطراری و برنامه واکنش در شرایط اضطراری ارائه شد ذکر نکات ذیل را می‌توان جمع‌بندی کلی این مبحث در نظر گرفت. پیش از ورود به آزمایشگاه باید:

- مکان و نوع آزمایشگاه را کاملاً شناسایی کرد و محل‌های ورود و خروج و مشکلات احتمالی مسیر را به خاطر سپرد.
- مخاطرات موجود در آزمایشگاه را شناخت و آماده شرایط اضطراری و مواجهه با آنها بود.
- تمامی مدارک نظیر دستورالعمل‌های اجرایی استاندارد^۹ SOP، کتابچه‌ها، SDSها و ... مرتبط با سلامت، ایمنی و محیط زیست را مطالعه نمود.
- محل‌های نصب و استقرار خاموش‌کننده‌ها و شستی‌های (دکمه-های) اعلان حریق را به خاطر سپرد.

- محل‌های تعبیه جعبه کمک‌های اولیه را شناسایی کرد. همچنین شماره تلفن و افرادی که باید در مواقع ضروری با آن‌ها تماس گرفت را دانست.
- در ادامه نمونه‌ای از یک نقشه ساده واکنش در شرایط اضطراری آمده است. محل‌های خروج امن، قرارگیری تجهیزات دوش و چشم شوی اضطراری و خاموش کننده‌های آتش کاملاً مشخص شده است.



شکل ۱۴ نمونه‌ای از یک نقشه ساده واکنش و تخلیه در شرایط اضطراری

نمونه ای از چک لیست بررسی شرایط یک آزمایشگاه در هنگام نشت یا انتشار ناخواسته یک ماده شیمیایی و شرایط اضطراری

اطلاعات آزمایشگاه				
مدیر آزمایشگاه / محقق اصلی:				
محل آزمایشگاه:				
نظرات	بدون کاربرد	خیر	بله	
نشت و برنامه ریزی شرایط اضطراری				
				آیا کارکنان با روش های تخلیه ایمن و تخلیه ساختمان در شرایط اضطراری از جمله مسیرهای تخلیه، نزدیکترین محل خروج در زمان آتش سوزی، شستی های اعلام حریق و محل خاموش کننده ها آشنا هستند؟
				آیا دستورالعمل شرایط اضطراری و شماره تلفن ها به صورت شفاف اعلام شده است؟
				آیا تجهیزات کمک های اولیه به راحتی در دسترس است؟
				آیا «پادزهرها» یا مواد مخصوص کمک های اولیه لازم و در دسترس است؟ (به عنوان مثال پادزهر جهت مقابله با اسید هیدروفلوریک)
				آیا مواد پاک سازی نشت های مواد شیمیایی در دسترس بوده و کارکنان آزمایشگاه با کاربرد آنها آشنا هستند؟
				آیا دوش ایمنی و شستشوی چشم در طی ۱۰ ثانیه و بدون مانع (مثلاً بدون درهای بسته) قابل دسترسی است؟
				آیا دوش ایمنی ظرف یک سال گذشته آزمایش و ثبت شده است؟
				آیا شستشوی چشم حداقل به صورت ماهانه آزمایش، شستشو و مستندسازی شده است؟
				آیا شستی های زنگ خطر، هشداردهنده های نوری، بلندگوها و خاموش کننده ها بدون مانع قابل دسترسی و قابل مشاهده هستند؟
				آیا محل های خروج به وضوح مشخص و بدون مانع هستند؟

۶- ایمنی مواد شیمیایی و ملاحظات آن

اگرچه تلاش‌های تک تک کارکنان، اساتید و دانشجویان آزمایشگاه‌ها برای استفاده ایمن از مواد شیمیایی بسیار پسندیده و لازم است، ولی وجود برنامه‌ای جامع برای سازماندهی این تلاش‌ها و همچنین مشترک نمودن رویه‌ها و اقدامات، کاملاً ضروری است. این برنامه را «برنامه سلامت مواد شیمیایی»^{۱۰} «CHP» گویند. درواقع CHP برنامه‌ای است مکتوب که خط مشی، دستورالعمل‌ها و مسئولیت‌ها برای محافظت از کارکنان در مقابل خطرات همراه با مواد شیمیایی خطرناک در محل کارهای خاص را مشخص می‌کند.

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

- دستورالعمل‌های (رویه) استاندارد اجرایی مربوط به سلامت و ایمنی هر یک از فعالیت‌ها که با مواد شیمیایی خطرناک سر و کار دارند.
- 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 بهداشتی که باید در خصوص مواد بسیار خطرناک، توجه ویژه‌ای به آن مبذول شود.
- 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.
- اطلاعات زیر باید به افرادی که با مواد شیمیایی خطرناک سر و کار دارند ارائه شود:
 - مطالب و محتویات استاندارد آزمایشگاه و موارد کاربرد آن
 - مشخص کردن محل و چگونگی دسترسی به «برنامه سلامت مواد شیمیایی»
 - مقادیر مجاز در مواجهه با مواد^{۱۱} (PEL) مشخص شود (TLV, PEL, STEL و ...)
 - آشنایی با علائم و نشانه‌های مربوط به مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک مورد استفاده در آزمایشگاه.
 - 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.
 - شرایطی که نیازمند تایید مجدد یا اخذ مجوز مسئولین برای انجام یک عملیات خاص آزمایشگاهی و یا یک فعالیت و رویه است.

10 Chemical Hygiene Plan

11 Permissible Exposure Limit

○ 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.

○ تمهید و تعیین شرایط و قوانین تکمیلی و اضافه برای مواردی که افراد با مواد خطرناک نظیر مواد سرطانزا، سموم باروری و مواد با سمیت حاد سروکار دارند. این قوانین خاص می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

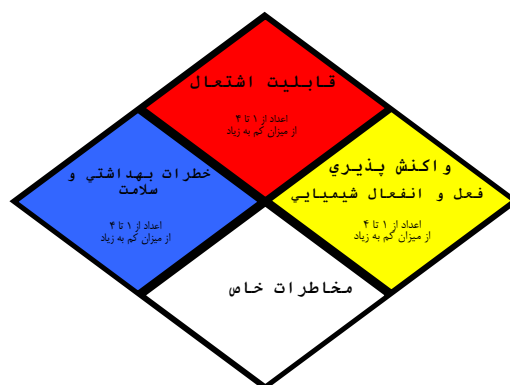
- ایجاد یک محدوده تعیین شده
- استفاده از تجهیزات حفاظتی مهار کننده نظیر هودها و جعبه‌های دستکش‌دار
- دستورالعمل‌های دفع و حذف ایمن پسماندهای آلوده
- دستورالعمل‌ها و رویه‌های بی‌خطر سازی و پاک‌سازی
- بررسی و ارزیابی اثر بخشی «برنامه سلامت مواد شیمیایی» به صورت سالانه و به روزرسانی آن در صورت لزوم.

در خصوص شناسایی مواد و برچسب گذاری بر روی آنها روش‌های مختلفی وجود دارد. مثلاً یکی از معروفترین روش‌ها استفاده از لوزی خطر است که بر طبق استانداردهای NFPA^{۱۲} ارائه می‌شود:

۶-۱- لوزی خطر

این لوزی نشان دهنده خطرات و میزان کمی این نسبت‌ها به بیننده می‌باشد که از استاندارد NFPA704 اقتباس شده و در چهار رنگ قرمز، آبی، زرد و سفید نشانگر آتش‌گیری، خطرات سلامت، واکنش‌پذیری و خطرات خاص است. هر کدام از این خطرات از عدد ۰ تا ۴ دسته‌بندی شده‌اند 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 واکنش‌پذیری با آب، اکسیدکننده بودن، خورنده بودن، اسیدی یا قلیایی بودن و... با علائمی چون w,ox,cor,acid,alk و ... نشان داده می‌شود.

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



شکل ۱۶ لوزی خطر NFPA برای شناسایی سریع مخاطرات یک ماده

همانگونه که قبلاً اشاره شد، کشورهای مختلف ممکن است از سامانه‌های مختلفی برای دسته‌بندی، علامت و برچسب گذاری مواد شیمیایی استفاده کنند و حتی ممکن است در یک کشور نیز از چندین روش مختلف استفاده شود. از این جهت وجود یک کمیته بین المللی که بتواند سامانه‌ای هماهنگ و جهانی را برای این امر طراحی و تولید نماید ضروری به نظر می‌رسد. در سال ۲۰۰۵ میلادی اولین نسخه از سامانه هماهنگ جهانی طبقه‌بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی^{۱۳} GHS برای این منظور منتشر شد و آخرین بسته منتشر شده آن مربوط به سال ۲۰۱۳ می‌باشد. برخی از اجزای اصلی و کلیدی ارائه شده در این سامانه برای معرفی مواد شیمیایی عبارتند از:

- برگه اطلاعات ایمنی SDS که پیش از این MSDS^{۱۴} نامیده می‌شد.
 - گروه خطر: سلامت، فیزیکی و محیط زیست.
 - کلاس خطر: در هر گروه کلاس بندی‌های خاصی صورت گرفته است که گروه خطرات سلامتی به ۱۰ دسته، فیزیکی ۱۶ دسته و زیست محیطی به ۲ دسته تقسیم شده‌اند.
 - کلمه راهنما (هشدار) Signal Word: این کلمه نشان دهنده سطح خطر بوده و خواننده را در برابر آن آگاه می‌کند و از کلمات Danger و Warning در آن استفاده می‌شود.
 - بیانیه (جمله) خطر Hazard Statement:
 - توضیحاتی در خصوص کلاس و گروه خطر مواد شیمیایی.
 - بیانیه احتیاط و پیکتوگرام:
- Precautionary Statements & pictograms**
- شامل احتیاط های لازم برای مواجهه با ماده شیمیایی و پیکتوگرام مربوطه.
- مشخص کننده محصول:
 - نام، فرمول و مشخصات محصول یا ماده شیمیایی کاملاً در آن ارائه می‌شود.
 - مشخص کننده تامین کننده:
 - نام، آدرس، شماره تلفن، سازنده یا تامین کننده ماده شیمیایی مد نظر.
- در ادامه پیکتوگرام‌های GHS به همراه یک نمونه برچسب GHS برای آشنایی بیشتر ارائه شده است.

13 Globally Harmonized System of Classification & labeling of chemicals .

14Material Safety Data Sheet .



شکل ۱۷ پیکتوگرامهای GHS



شکل ۱۸ نمونه یک برچسب منطبق با GHS

۶-۲- نکاتی در خصوص نگهداری ایمن مواد شیمیایی

ذخیره‌سازی، انبارش و نگهداری ایمن مواد شیمیایی باید از شناسایی صحیح این مواد، خطرات ذاتی و خواص آنها آغاز شود. از آنجایی که بسیاری از مواد شیمیایی بسته به میزان غلظت یا 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 شعله‌زنی، تهویه، جداسازی و تفکیک و نیز تمهیدات شناسایی آنها می‌تواند به صورت راهنمایی‌هایی عمومی مطرح شود.

تکنیک‌هایی نظیر جداسازی (استفاده از عامل فاصله)، تفکیک (استفاده از جداسازی 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 می‌شود. مایعات قابل اشتعال باید ضمن برچسب‌گذاری صحیح و شفاف (خوانا) درکابینت‌های مخصوص نگهداری شوند که حداقل توانایی نگهداری این مایعات ۳۰ دقیقه در زمان آتش‌سوزی (خاصیت ضد حریق بودن) را دارا 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، هیچ‌گاه 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 شود (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 یخچال‌ها و فریزرهای معمولی نگهداری شوند، بلکه باید از وسائل برودتی که برای همین منظور طراحی و ساخته شده‌اند، استفاده شود. همچنین نگهداری هرگونه حلال قابل اشتعال در نزدیکی هرگونه منشاء و منبع جرقه و شعله از وسایل الکتریکی و الکترونیکی گرفته تا جایی که امکان تخلیه الکتریسته ساکن وجود داشته باشد، ممنوع است.

۳-۶- رعایت اصول مربوط به توزین مواد

بعضی از مواد شیمیایی که برای تهیه محلول استفاده می‌شوند به شکل پودر هستند. به منظور کاهش خطرات ناشی از تنفس گرد و غبار این مواد و جلوگیری از آلودگی سطوح آزمایشگاه در هنگام توزین مواد، نکات زیر رعایت شود:

- در صورت امکان از ترازویی که در محفظه سر بسته است، استفاده شود، تا مواد در هوا پخش نشود.
- در صورت امکان با انتقال ترازو به هواکش شیمیایی یا هواکش بیولوژیکی، توزین در زیر هواکش انجام شود.
- برای انتقال ماده شیمیایی از ظرف به ترازو، از وسیله مناسب استفاده شود.
- از ریختن یا پاشیدن پودر هنگام توزین خودداری شود.
- همیشه هنگام کار با مواد شیمیایی خطرناک از تجهیزات محافظت شخصی استفاده شود.
- پس از پایان کار سطوح آغشته به مواد شیمیایی به طرز درست تمیز شود. تمیز نگه داشتن سطوح کار علاوه بر این که خطر سرایت مواد به دیگران را کاهش می‌دهد، از ایجاد خطا در سایر آزمایش‌ها نیز می‌کاهد.

اطلاعات آزمایشگاه				
مدیر آزمایشگاه / محقق اصلی:				
محل آزمایشگاه:				
نظرات	بدون کاربرد	خیر	بله	
ایمنی مواد شیمیایی				
				آیا از مواد شیمیایی در این آزمایشگاه/ فضا استفاده می‌شود؟ اگر بله ...
				آیا برچسب‌های مناسب بر روی تمام ظروف شیمیایی خطرناک یافت می‌شود؟
				آیا ظروف در وضعیت خوبی هستند؟ (به عنوان مثال، برچسب‌های دست نخورده، قوطی‌های فلزی عاری از زنگ زدگی) و بسته بودن درب ظرف در صورت عدم استفاده.
				آیا ظروف محتوی مواد شیمیایی به طرز صحیحی چیش و از یکدیگر جدا شده‌اند (به عنوان مثال، مواد قابل اشتعال به دور از اکسید کننده‌ها، اسیدها جدا از بازها، اسیدهای ناسازگار دور از هم)؟
				آیا از نگهداری مواد شیمیایی بالاتر از سطح چشم جلوگیری می‌شود؟
				آیا شرایط مایعات قابل اشتعال ذخیره شده در کابینت‌ها و ظروف ایمنی مطابق با برخی استانداردها و قوانین نظیر OSHA / NFPA است؟
				آیا مواد قابل اشتعال که باید در برودت نگهداری شوند در یخچال مقاوم به اشتعال نگهداری می‌شوند؟
				آیا از بروز و حضور منابع جرقه و اشتعال در هنگام استفاده / ذخیره‌سازی مواد قابل اشتعال اجتناب و جلوگیری می‌شود؟
				آیا مواد خورنده در کابینت‌های مخصوص اسید یا سایر کابینت‌های مناسب ذخیره شده‌اند؟
				آیا تشکیل دهنده‌ها و سازنده‌های پراکسیدها به درستی برچسب خورده و موجودی آنها ردیابی شده است؟
				آیا اسید پیکریک به اندازه کافی مرطوب است؟
				آیا ظروف بزرگ (۴ لیتر یا بیشتر) در نزدیکی کف ذخیره می‌شوند؟
				آیا از حامل‌های بطری یا چرخ دستی‌هایی ویژه هنگام حمل و نقل مواد شیمیایی خطرناک بین بخش‌های گوناگون کار استفاده می‌شوند؟
				آیا از علائم مناسب جهت مشخص نمودن محل‌هایی که مواد شیمیایی پرخطر استفاده می‌شود، استفاده شده است؟

۷- مخاطرات و ایمنی زیستی^{۱۵} در آزمایشگاه‌ها (Biological Safety in Laboratories)

در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و دانشگاهی معمولاً علاوه بر آزمایش‌های شیمی، بررسی‌هایی نیز در خصوص موارد و مسائل زیستی انجام می‌شود که این امر مخاطرات خاص خود و ملاحظات ویژه‌ای را می‌طلبد از این رو در ادامه مختصری در خصوص مخاطرات و ایمنی زیستی و مسائل مربوط به آن ارائه خواهد شد.



شکل ۱۹ نمونه‌هایی از علائم هشدار مخاطر زیستی

معمولاً سطوح ایمنی زیستی^{۱۶} BSL با توجه به گروه‌های ریسک (خطر)^{۱۷} RG یا در معرض خطر اعلام شده و متناسب هستند. سازمان بهداشت جهانی WHO گروه‌های ریسک را به ۴ گروه RG1 الی RG4 تقسیم‌بندی می‌نماید و با افزایش اعداد از ۱ به ۴، ریسک حاصله از فعالیت‌ها و یا در معرض این گروه‌ها قرارگرفتن، افزایش پیدا می‌کند. سازمان بهداشت جهانی براساس ارگانیزم‌های عفونی‌شده، گروه‌های ریسک و یا در معرض خطر را به شرح ذیل اعلام می‌نماید:

RISK Group1 (RG1): بدون خطر یا کم خطر برای افراد و جامعه.

Risk Group2 (RG2): مخاطره متوسط برای افراد و ریسک پایین برای جامعه.

Risk Group3 (RG3): ریسک فردی بالا و ریسک کم برای جامعه.

Risk Group4 (RG4): ریسک بالای فردی و اجتماعی (برای جامعه).

۱- BSL1 (Bio Safety Level1)

این سطح برای کار بر روی عواملی که کاملاً شناخته شده بوده و در حالت عادی موجب بیماری انسان نمی‌شوند (خطر پایین) مناسب است و در این موارد کارها می‌تواند بر روی میزهای معمولی و باز انجام شده و نیازی به جداسازی این آزمایشگاه از ساختمان (محل عبور و مرور افراد دیگر) نیست. البته استفاده از تجهیزات حفاظت فردی نظیر روپوش آزمایشگاه، دستکش و محافظ‌های چشم الزامی است.

۲- BSL2 (Bio Safety Level2)

مرحله بعدی ایمنی زیستی، BSL2 است که بر پایه BSL1 بنا می‌شود. 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

15 Biological Safety (Bio Safety)

16 Bio Safety Level

17 Risk Group

محیط زیست خواهند بود. در BSL2 علاوه بر تمهیدات و ملاحظات BSL1 راهبردهای بازدارنده زیر نیز لازم الاجراست:

- دسترسی به آزمایشگاه فقط در محدوده زمانی انجام کار، مجاز می‌باشد.
- 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 آلودگی‌هایی عفونی به فرم آئروسول و یا پرتاب ذرات و قطرات و یا شبیه این موارد شود، باید در BSC^{۱۸} انجام شود.
- وجود یک اتوکلاو یا روش جایگزین برای بی‌خطر سازی پسماندها
- درب‌های آزمایشگاه باید بصورت خودکار و بدون دخالت دست، باز و بسته شوند.
- تجهیزات سینک و چشم‌شوی اضطراری، آماده و در دسترس باشند.

۳- BSL3 (Bio Safety Level 3)

BSL3 نیز همانند BSL2 بر پایه الزامات مرحله پیش از خود یعنی BSL2 پایه‌گذاری می‌شود. در این آزمایشگاه‌ها، میکروب‌ها می‌توانند بومی و یا غیربومی و وارداتی باشند و گاهی می‌توانند به شیوه انتقال از طریق سیستم تنفسی باعث بیماری‌های جدی و حتی کشنده شوند. از جمله عوامل بیماری‌زا در سطح BSL، که از طریق تنفس و مجاری هوا منتقل می‌شوند، میکروب مایکوباکتریوم توبرکولوزیس است که عامل بیماری سل می‌باشد.

۴- BSL4 (Bio Safety Level 4)

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 آزمایشگاه‌ها میکروب‌ها خارجی (مهاجم) و بسیار خطرناک بوده و ریسک مواجهه با آن‌ها از طریق ذرات معلق در هوا (آئروسول) بسیار زیاد است. بیماری‌های منتج از این میکروب‌ها غالباً کشنده بوده و درمان و یا واکسن شناخته شده‌ای ندارند. ویروس‌های ابولا و ماربورگ از جمله میکروب‌هایی هستند که در این سطح از آزمایشگاه‌ها بر روی آنها تحقیق می‌شود.

۵- ABSL 5 سطح ایمنی زیستی حیوانات^{۱۹}.

امکانات مربوط به حیوانات نیز باید نظیر آزمایشگاه‌ها براساس ارزیابی و سنجش میزان ریسک و گروه‌های خطر (ریسک) میکروارگانیسم‌ها، بررسی و تحت عناوین ABSL 1 تا ABSL 4 مشخص شوند. در این حالت نیز ABSL 4 دارای بیشترین تمهیدات ایمنی خواهد بود. شایان ذکر است دپارتمان کشاورزی ایالات متحده آمریکا موارد مشابهی در بخش کشاورزی تحت عنوان BSL-AG مطرح نموده است.

18 Bio Safety Cabinet
19 Animal Bio Safety Level

نمونه‌ای از چک لیست بررسی شرایط یک آزمایشگاه در خصوص ایمنی بیولوژیکی یا زیستی

اطلاعات آزمایشگاه				
مدیر آزمایشگاه / محقق اصلی:				
محل آزمایشگاه:				
نظرات	بدون کاربرد	خیر	بله	
ایمنی بیولوژیکی				
				آیا از مواد بیولوژیکی (دارای مخاطرات بیولوژیکی) در این آزمایشگاه یا محدوده استفاده می‌شود؟ اگر بله ...
				آیا مطمئن هستید مواد بیولوژیکی در راهروها، در یخچال فریزرها یا یخچال‌ها نگهداری نمی‌شوند؟
				آیا از علائم Biohazard در آزمایشگاه‌هایی که مواد عفونی دارند (نظیر BSL2 و بالاتر) استفاده شده است؟
				آیا ضدعفونی‌کننده‌ها برای ضدعفونی شدن سطوح نیمکت‌ها و مقابله با نشت‌های احتمالی در دسترس هستند؟
				آیا به کابینت ایمنی بیولوژیکی طی ۱۲ ماه گذشته مجوز داده شده است (گواهینامه صحت عملکرد)؟

۸- آشنایی با برخی تجهیزات تهویه در آزمایشگاه‌ها

تجهیزات و تقسیم‌بندی‌های گوناگونی در خصوص سامانه‌های تهویه آزمایشگاهی وجود دارد که براساس عملکرد، نوع کارکرد و ... دسته‌بندی می‌شوند. از جمله این تجهیزات می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- Laminar Flow Hoods (LFH_S)
- Bio Safety Cabinets (BSC_S)
- Chemical Fume Hoods
- Canopy & Snorkel Ventilation

Laminar Flow Hood

با توجه به جهت دمیدن هوا از داخل دستگاه به بیرون، کاربر کاملاً در معرض هوای خروجی دستگاه قرار می‌گیرد، از این رو از LFHها برای آزمایشاتی که مواد سمی و یا عفونی در آن به کار می‌رود استفاده نمی‌شود.

Bio Safety Cabinets (BSCs)

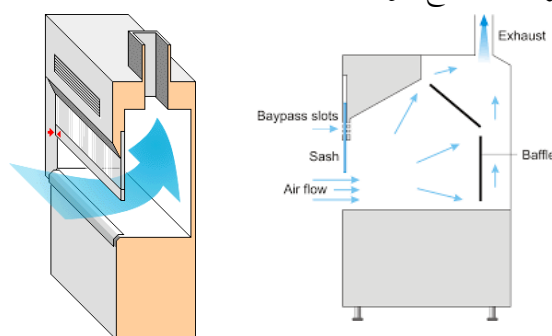
BSCها دارای سه کلاس I, II, III هستند که کلاس II خود به دو گروه A و B با زیرشاخه‌های A1, A2, B1, B2 تقسیم می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت، BSCها برای کارکردن با مواد و نمونه‌های عفونی مناسب بوده و بنا به کلاس، گروه و زیرشاخه آن، دارای قابلیت‌ها و مشخصات خاصی هستند.

Chemical Fume Hoods

این سامانه برای محافظت کاربر در برابر مواد شیمیایی خطرناک یا سمی طراحی شده و ۱۰۰٪ هوای خروجی دستگاه به بیرون از آزمایشگاه هدایت می‌شود. 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.

Canopy & Snorkel Ventilations

این گونه از سامانه‌های تهویه از خواص فیزیکی مواد شیمیایی و یا فرآیندها برای گرفتن و جذب هوای خروجی استفاده می‌کنند. در این گونه سامانه‌های تهویه نیز، گاهی ۱۰۰٪ هوای خروجی به بیرون هدایت می‌شود، این تجهیزات مناسب مواد شیمیایی نبوده و برای تخلیه گرما می‌تواند موثر و مفید واقع شود.



شکل ۲۰. نمایش ساده از عملکرد یک هود شیمیایی

جدول ۳ بررسی نحوه عملکرد تجهیزات تهویه در برابر انسان، مواد و محصولات و محیط زیست.

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

نکات مهم در مورد هواکش‌ها

از آنجائی که هواکش (هود) پس از تجهیزات ایمنی فردی، دومین سد محافظ برای کارشناسان و سایر کاربران آزمایشگاهی در برابر مواد خطرناک است. بنابراین کارشناسان باید نکات زیر را مورد توجه ویژه قرار دهند:

- تمام هواکش‌های مواد شیمیایی باید به صورت سالانه بازرینی شده و درستی کارکرد آنها تایید شود.
- برگه اطلاعات باید روی هواکش نصب باشد.
- عینک یا محافظ صورت باید در کنار آن وجود داشته باشد.
- مفاد شیوه‌نامه استفاده از هواکش آزمایشگاهی که در زیر آمده است، روی آن نصب شود:
 - برای واکنش‌هایی که گازهای سمی تولید می‌کنند و یا موادی که حلال، فرار و سمی هستند باید از هواکش استفاده شود. فقط موادی در فضای کار زیر هواکش قرار گیرند که برای انجام آزمایش به آن نیاز است، زیرا بهم ریختگی و شلوع بودن سبب اختلال جریان هوا و افزایش خطر برای کارشناسان و سایر کاربران بخش آزمایشگاه خواهد شد.
 - قبل از شروع به کار، دقت شود که دستگاه تهویه هوا سالم باشد.
 - قبل از شروع به کار از خشک بودن زیر هواکش اطمینان حاصل شود.
 - هنگام کارکردن با حجم زیادی از اسیدهای قوی (یا موارد مشابه) باید از پیش‌بند پلاستیکی مخصوص استفاده شود.
 - انتخاب صحیح نوع ماسک باید با توجه به نوع ماده شیمیایی (غبار - بخار) انجام شود.
 - در هنگام کار لازم است شیشه محافظ جلویی در پائین‌ترین حالت قرار گیرد.

- ظروف حاوی مواد شیمیایی حداقل ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر از دریچه ورودی فاصله داشته باشند.
- بیش از حد به هواکش نزدیک نشوید و حداقل در فاصله ۲۵ سانتیمتری آن قرار داشته باشید.
- هیچگاه سر خود را وارد هواکش نکنید، بلکه فقط دست‌های شما باید در زیر آن قرار داشته باشد.
- در مواقعی که از هواکش استفاده نمی‌کنید، لازم است صفحه شیشه‌ای جلوی آن را به طور کامل پایین بیاورید.
- پس از انجام آزمایش، باقی‌مانده‌های مواد شیمیایی را از هواکش تمیز کنید.

۹- برگه اطلاعات ایمنی (مواد)^{۲۰}

SDS (برگه اطلاعات ایمنی) باید اطلاعات جامع و کاملی را در خصوص ماده و یا مخلوط مورد نظر جهت چهارچوب‌های 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 جنبه‌های زیست محیطی) و روش‌های پیشگیری و مواجهه با مواد شیمیایی استفاده کنند. در این سند اطلاعات زیادی درخصوص محصول از نام، مشخصات، خواص شیمیایی و فیزیکی گرفته تا کمک‌های اولیه مورد نیاز در شرایط اضطراری و حمل و نقل و... گنجانده شده است. این مطالب شامل شانزده مورد زیر می‌باشد که توضیحات مختصری در خصوص آنها ارائه خواهد شد.

۹-۱- اطلاعات محصول

۹-۲- شناسایی خطرات: در این بخش، مخاطرات ماده شیمیایی به همراه هشدارهای همراه این مخاطرات براساس طبقه‌بندی GHS ارائه می‌شود.

۹-۳- اطلاعات در خصوص محتویات: این بخش محتویات و اجزا ماده (محصول) مورد اشاره در SDS را مشخص می‌کند که شامل شناسه ماده شیمیایی، اسامی معمول، مترادف‌ها، CAS^{۲۱} Number و یا شناسه‌های یکتای و ... می‌باشد.

۹-۴- کمک‌های نخستین (اولیه)

۹-۵- اقدامات آتش‌نشانی (ایمنی حریق)

۹-۶- اقدامات در هنگام انتشار ناخواسته و اتفاقی

۹-۷- حمل و نگهداری (تماس و انبارش): در این بخش راهنمایی‌هایی در خصوص روش‌های حمل و شرایط نگهداری ایمن مواد شیمیایی و همچنین توضیحاتی نیز در زمینه شرایط و موادنا سازگار، ارائه می‌شود.

20 Safety Data Sheet (SDS)

21 Chemical Abstract

۸-۹- روش‌های کنترل مواجهه و محافظت‌های فردی: حدود مواجهه، روش‌ها و کنترل مهندسی و اقدامات محافظت فردی که می‌تواند جهت کاهش مواجهه افراد (اساتید، دانشجویان، کارکنان و... آزمایشگاه) به کار رود را می‌توان در بخش هشتم SDS یافت.

۹-۹- خواص شیمیایی و فیزیکی: حداقل خواص شیمیایی و فیزیکی ماده و یا محلول که باید ارائه شوند عبارتند از:

- واکنش‌پذیری و پایداری: این بخش، خطرات واکنش‌پذیری ماده شیمیایی را به همراه اطلاعات پایداری آن تشریح می‌کند.
- اطلاعات سم‌شناسی: این بخش حاوی اطلاعات سم‌شناسی و اثرات ماده بر روی سلامتی است. اطلاعاتی شامل نحوه‌های 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 تخمین‌های سمیت‌های آبی و... از مواردی هستند که در اطلاعات سم‌شناسی به آنها اشاره می‌شود.
- اطلاعات زیست محیطی: در این قسمت اطلاعاتی درخصوص جنبه‌های زیست محیطی مواد شیمیایی، در صورت آزاد شدن در محیط زیست ارائه می‌شود.
- اطلاعات دفع ماده شیمیایی و پسماند: این بخش حاوی مطالب و اطلاعاتی درخصوص روش‌های مناسب جهت دفع، بازیافت، احیای ماده شیمیایی، شرایط ظروف محتوی ماده و روش‌های حمل ایمن می‌باشد.
- اطلاعات ترابری و حمل و نقل: خطوط راهنما درخصوص طبقه‌بندی، حمل یا ترابری مواد شیمیایی خطرناک به وسیله راه‌های زمینی، هوایی، ریلی و یا دریایی در این قسمت ارائه می‌شود.
- اطلاعات قانونی: این بخش شامل قوانین ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی، برای محصول (ماده مورد نظر) می‌باشد که در سایر بخش‌های SDS به آن اشاره نشده است.
- سایر اطلاعات: اطلاعاتی نظیر زمان تهیه و تدوین SDS، آخرین نسخه آن، زمان انجام آخرین تغییرات و... در این بخش گردآوری می‌شود. البته ممکن است سایر اطلاعاتی که مفید به نظر می‌رسد نیز در این قسمت ارائه شود.

۱۰- مدیریت پسماندها در آزمایشگاه

آزمایشگاه‌ها مقادیر متنابهی از پسماندها را نظیر پسماندهای خطرناک شیمیایی، زیستی و دارای تشعشع (رادیولوژیکال) و لوازم و تجهیزات تولید می‌کنند. تولیدکنندگان پسماند باید مطابق با راهنماهای موجود برای پسماندها و یا بازیافت آنها، مدیریت این کار را بر عهده بگیرند. ریختن پسماند به سیستم فاضلاب و یا انتشار آن به طبیعت و محیط زیست ممنوع است. در ادامه سعی خواهد شد تا برخی از موارد مهم در خصوص پسماندهای شیمیایی و بیولوژیک ارائه شود.

۱۰-۱- 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 جهش‌ها و اختلالات ژنی را نیز در زمره این تقسیم‌بندی وارد کرده‌اند.

۱۰-۲- پسماندهای قابل اشتعال / احتراق

همه مایعاتی که نقطه اشتعال آنها کمتر از 60°C است.

- جامدات و یا گازهایی که در شرایط فشار و دمای استاندارد از طریق جذب رطوبت، اصطکاک و یا تغییرات شیمیایی خودبه‌خودی قابلیت اشتعال دارند.
- جامدات، مایعات و یا گازهایی نظیر پراکسیدها، پرکلرات‌ها و ... که در دمای معمولی اتاق و یا با اندک حرارتی تولید اکسیژن می‌نمایند.

۱۰-۳- پسماندهای خورنده

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

۱۰-۴- پسماندهای واکنش‌زا یا واکنش‌پذیر

۱۰-۵- پسماندهای سمی

پسماندهای سمی را می‌توان در جدولی نظیر جدول ذیل براساس میزان سمی بودن آنها برای انسان تقسیم‌بندی نمود. مواد سمی در این جدول براساس دوز (میزان) مواجهه و غلظت مواد در مواجهه، گروه‌بندی شده‌اند و این مواجهه می‌تواند از طریق جذب پوستی، استنشاق و یا بلع صورت گیرد.

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.

جدول ۴ گروه بندی سمیت مواد بر اساس LD50, LC50

گروه بندی بر اساس سمیت	ماهی LC_{50} (ppm)	خوراکی (موش) LD_{50} (mg/kg)	استنشاقی (موش) LC_{50} (mg/L)	پوستی (خرگوش) LD_{50} (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

۱۰-۶- 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)

۱۰-۷- پسماندهای سرطانزا

این پسماندها (مواد شیمیایی) و میزان احتمال سرطانزا بودن آنها را می توان در مراجعی نظیر EPA^{۲۲} و یا CDC^{۲۳} مشاهده نمود.

۱۰-۸- پسماندهای خطرناک بیولوژیک

پسماند خطرناک بیولوژیک به گستره وسیعی از پسماندهایی اطلاق می شود که عوامل عفونی را در بر می گیرد. برخی خطوط راهنما برای برنامه مدیریت پسماندها می تواند کاهش تولید پسماندها و کاهش خرید مواد شیمیایی از طریق بازیافت و استفاده مجدد باشد.



شکل ۲۱ نمونه ای از نحوه نگهداری پسماندهای شیمیایی در یک آزمایشگاه. ظروف اصلی در درون ظروف دیگری قرار دارند

22 Environmental Protection Agency
23 Centers For Disease Control & Prevention

نمونه چک لیست بررسی شرایط آزمایشگاه در خصوص مدیریت پسماند

اطلاعات آزمایشگاه				
مدیر آزمایشگاه / محقق اصلی:				
محل آزمایشگاه:				
نظرات	بدون کاربرد	خیر	بله	
مدیریت پسماند				
				آیا پسماندهای شیمیایی خطرناک در این آزمایشگاه (محل) ایجاد می شود؟ اگر بله ...
				آیا سیستم مدیریت/ سفارش موجودی مواد شیمیایی موجود و قبل از سفارش مواد شیمیایی جدید بررسی می شود؟
				آیا ظروف پسماند جز در مواقع افزودن یا تخلیه پسماند محکم بسته می شوند ؟
				آیا منطقه نگهداری و انباشت پسماند دارای وسایل ارتباطی قابل استفاد است؟
				آیا منطقه انباشت پسماند در همان نزدیکی است که در آن پسماند تولید می شود؟
				آیا حداکثر ظرفیت ذخیره سازی در محل انباشت پسماندها از ۵۵ گالن برای هر یک از جریان های پسماند تجاوز نمی کند؟
				آیا ظروف پسماند در وضعیت خوبی قرار دارند و دارای نشئت، زنگ زدگی، برآمدگی یا آسیب دیدگی نیستند؟
				آیا هر ظرف با برچسب «پسماند خطرناک» مشخص شده است؟
				آیا هر ظرف با برچسب کاملی که محتویات ذخیره شده در آن را مشخص می کند (بدون اختصار یا فرمول) مشخص شده است ؟
				آیا درب ظروف پسماند جز در هنگام افزودن پسماند جدید بسته هستند؟
				آیا ظروف پسماندی که حاوی پسماندهای خطرناک مایع هستند نزدیک به سینک ظرفشویی و یا خروجی فاضلاب نگهداری می شوند یا در ظرف مهار (محتوی) ثانویه ذخیره می - شوند؟
				آیا ظرف (نگهدارنده) مهار ثانویه در شرایط خوبی است و مثلاً عاری از ترک، شکاف و مقاوم به نشئت است؟
				آیا پسماندهای تیز (به عنوان مثال، سوزن، سرنگ، تیغ یا وسایل دیگری که قابلیت برش، سوراخ و یا ساییدگی پوست را دارند) در این آزمایشگاه تولید می شود؟ اگر بله ...

			آیا پسماندهای تیز و برنده بلافاصله درون ظروف مناسب مقاوم در برابر سوراخ شدن ریخته می‌شوند؟
			آیا ظروف پسماندهای تیز و برنده به آسانی در دسترس و قابل مدیریت مناسب (به عنوان مثال، بیش از حد پر نشده) وجود دارد؟
			آیا پسماندهای بیولوژیکی در این منطقه ایجاد می‌شود؟ اگر بله...
			مایعات پسماندهای بیولوژیکی قبل از دفع بی‌خطر سازی می‌شوند (در صورت وجود)؟
			آیا مواد جامد پسماندهای بیولوژیکی به عنوان پسماندهای پزشکی در نظر گرفته شده دور ریخته می‌شوند (اتوکلاو شده و یا به طریقه مناسب ضد عفونی می‌شوند)؟
			آیا پسماندهای رادیواکتیو در این منطقه تولید می‌شود؟ اگر بله...
			آیا پسماندهای مخلوط (مواد زائد شیمیایی رادیواکتیو و خطرناک) در این آزمایشگاه تولید می‌شوند؟
			آیا ظروف پسماند رادیواکتیو به درستی نشاندار شده‌اند؟

۱۱- برخی قوانین عمومی آزمایشگاه

اگر چه تاکنون مطالبی در خصوص مواردی چون عوامل زیان‌آور، نحوه کاهش ریسک‌های مواجهه با آنها، شرایط اضطراری و آمادگی مقابله با آن، سیستم‌های تهویه آزمایشگاهی، خطرات زیستی و سطوح ایمنی در مقابل آن، SDS، پسماندها و مدیریت آن بیان شده است، ولی برخی قوانین عمومی مربوط به سلامت، ایمنی و محیط زیست در آزمایشگاه‌ها را می‌توان به صورت زیر بیان نمود و بی‌شک عمل به آنها سهم به سزایی در کاهش مخاطرات و ریسک‌های موجود در آزمایشگاه خواهد داشت.

قوانین و توصیه‌های مطرح شده در این بخش اساتید، کارشناسان و دانشجویان محترم آزمایشگاه‌ها را مخاطب قرار داده است.

۱۱-۱- مسئولیت‌پذیر بودن در زمان حضور در آزمایشگاه.

۱۱-۲- استفاده و نگهداری صحیح و ایمن تجهیزات آزمایشگاه، جزء وظایف است.

۱۱-۳- مطالعه کلیه دستورالعمل‌ها، SDS ها، SOP ها و اسناد مرتبط با HSE جزء ملزومات حضور در آزمایشگاه است.

۱۱-۴- خودداری از هرگونه ماجرایی و سعی در حل مشکلات احتمالی به صورت انفرادی و بدون اطلاع به مسئولین.

۱۱-۵- خوردن، آشامیدن، استعمال دخانیات و آرایش کردن در آزمایشگاه ممنوع است.

۱۱-۶- جویدن آدامس نیز می‌تواند یکی از راه‌های ورود عوامل مخاطره‌آمیز به بدن باشد پس باید از آن اجتناب شود.

۱۱-۷- بوئیدن مستقیم کلیه مواد شیمیایی و نمونه‌ها می‌تواند بسیار خطرناک بوده ممنوع می‌باشد.

۱۱-۸- پوشیدن کفشی که به طور کامل پا را محافظت نمی‌کنند، نظیر کفش‌های جلو باز و صندل‌ها در آزمایشگاه مجاز نیست.

۱۱-۹- انجام هرگونه شوخی و حرکات خارج از عرف و چهارچوب مکان‌های علمی، تحقیقاتی می‌تواند منجر به صدمات جبران‌ناپذیری شود.

۱۱-۱۰- استفاده از تجهیزات آماده‌سازی مواد نوشیدنی و خوراکی در آزمایشگاه نظیر قهوه جوش و... ممنوع است.

۱۱-۱۱- وجود جعبه، کیف‌های قرار داده شده بر روی زمین و بین میزها، سیم‌های برق روی زمین و سایر وسایلی از این دست می‌تواند منجر به زمین خوردن افراد و خطرات جبران‌ناپذیر شود.

۱۱-۱۲- آلوده بودن و آلوده ماندن میزهای کار در تماس با مواد شیمیایی/ بیولوژیک آزمایشات، می‌تواند بسیار خطر آفرین باشد.

۱۱-۱۳- برای نگهداری از مواد شیمیایی و یا بیولوژیک و نمونه‌ها هرگز از ظروف مواد خوراکی نظیر مربا، و... استفاده نشود. تمامی ظروف (غیر خالی) داخل آزمایشگاه باید دارای برچسب‌گذاری صحیح باشند و شرایط دید کافی آن برچسب فراهم باشد.

۱۱-۱۴- موارد مطروحه در انبارش، نگهداری و چیدمان مواد شیمیایی در قفسه‌ها رعایت شود.

۱۱-۱۵- مواد شیمیایی خطرناک بالاتر از سطح چشم افراد نگهداری شود.

۱۱-۱۶- توجه به موقعیت SASH در هودها جهت اطمینان از عملکرد هود ضروری است.

۱۱-۱۷- همه آزمایش‌ها 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 شود.

۱۱-۱۸- به راهنماها و جداول انتخاب تجهیزات حفاظت فردی از جمله دستکش در مراجع دقت شده و براساس آنها (نوع و میزان مخاطرات) تجهیزات انتخاب شود.

۱۱-۱۹- توجه به اصول ارگونومی در هنگام کار در آزمایشگاه ضروری است و عدم توجه به آن می‌تواند باعث آسیب‌های اسکلتی و عضلانی شود.

۱۱-۲۰- توجه به موارد مربوط به ایمنی برق نظیر: رعایت فاصله مناسب، استفاده از رله‌ها و فیوزها، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و عایق‌ها و

۱۱-۲۱- توجه به ایمنی نگهداری و استفاده از سیلندرهاى گاز فشرده نظیر موارد ذیل:

- عدم انباشت آنها به صورت افقی و بر روی هم
- پرهیز از نگهداری آنها به صورت ایستاده و بدون مهار
- قرارگیری سرپوش سیلندرها در مواقعی که سیلندرهاى گاز فشرده مورد استفاده نیستند.
- رعایت ایمنی کپسول‌های (سیلندرهاى) گازهای مختلف جهت جلوگیری از مواردی همچون: انفجار کپسول اکسیژن در صورت تماس با مایعات هیدروکربنی نظیر روغن‌ها و ...

۱۱-۲۲- رعایت ایمنی مواجهه با لیزر و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی متناسب.

۱۱-۲۳- استفاده از تجهیزات حفاظتی مناسب چشم در زمان مواجهه با نور UV (امواج ماوراء بنفش).

۱۱-۲۴- رعایت مسائل ایمنی در خصوص کارکردن با مایعات بسیار سرد نظیر نیتروژن مایع.

۱۱-۲۵- عدم استفاده از دستکش‌های داخل آزمایشگاه در بیرون از آن به دلیل امکان انتقال مخاطرات (شیمیایی/ بیولوژیک) به بیرون از آزمایشگاه.

۱۱-۲۶- رعایت جوانب کار با تجهیزات تیز، پسماندهای تیز، ظروف شیشه‌ای، پسماند شیشه‌های شکسته و....

۱۱-۲۷- پرهیز از تعمیر خودسرانه ماشین آلات و تجهیزات.

۱۱-۲۸- عدم دور ریز پسماندها در سینک دستشویی و رعایت چیدمان و نظم در کابینت زیر سینک.

۱۱-۲۹- رعایت S ۵ یا رعایت نظم و انضباط در آزمایشگاه.

۱۱-۳۰- اطمینان از خاموش بودن وسایل گرمازا پس از استفاده (نظیر چراغ گاز).

۱۱-۳۱- پرهیز از پوشیدن لباس‌هایی که دارای آستین‌های کوتاه و ... هستند

- ۱۱-۳۲- در صورت بلند بودن موی سر، حتما بسته و مهار شود.
- ۱۱-۳۳- استفاده از یخچال و فریزر آزمایشگاه جهت نگهداری مواد خوراکی و غذایی اکیداً ممنوع است
- ۱۱-۳۴- پاکیزگی آزمایشگاه یکی از دلایل کاهش حوادث است
- ۱۱-۳۵- اطمینان از شناسایی و علامت‌گذاری تمامی مخاطرات
- ۱۱-۳۶- کار به صورت انفرادی در آزمایشگاه ممنوع است
- ۱۱-۳۷- گزارش تمامی حوادث و رخدادها به خیر گذشته (شبه حوادث) ضروری است
- ۱۱-۳۸- مواد قابل اشتعال بیش از یک روز بر روی میز نگهداری نشوند (خارج از محل مناسب نباشند)
- ۱۱-۳۹- انجام تمامی دستورالعمل‌های پایان کار و خروج از آزمایشگاه نظیر خاموش کردن دستگاه‌ها، بی‌خطرسازی تجهیزات، رسیدگی به پسماندها طبق دستورالعمل‌های اجرایی استاندارد و
- ۱۱-۴۰- مواد سمی خطرناک حتما در کمد‌ها و یا کابینت‌ها با امکان قفل شدن، نگهداری شوند
- ۱۱-۴۱- درب ظروف حتما بسته شود (پرهیز از نگهداری مواد شیمیایی / بیولوژیک در ظروف با درب باز)
- ۱۱-۴۲- رعایت اصول چیدمان مواد شیمیایی براساس توصیه‌های SDS
- ۱۱-۴۳- عدم استفاده از تجهیزاتی که طرز کار ایمنی با آنها فراگرفته نشده است
- ۱۱-۴۴- گزارش هرگونه خرابی تجهیزات و یا ماشین آلات به مسئولین ذیربط
- ۱۱-۴۵- قریب به ۲۵٪ حوادث آزمایشگاهی مربوط به سر خوردن، افتادن و سقوط می‌باشد. 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 می‌توان اطمینان داشت که راه‌های خروج اضطراری و دسترسی به دوش یا چشم‌شوی اضطراری، تمیز بودن سطح آزمایشگاه و ... تامین شده است.
- ۱۱-۴۶- استفاده از دهان برای کار با پپیت و مواد شیمیایی ممنوع است.
- ۱۱-۴۷- شناسایی مسیرهای ورود و خروج، تجهیزات اعلام و اطفاء حریق، واکنش در شرایط اضطراری، جعبه کمک‌های اولیه و دانستن شماره‌های ضروری، بسیار حیاتی و ضروری است.
- ۱۱-۴۸- تمامی وسایل و تجهیزات پس از انجام آزمایشات و تحقیقات باید به محل‌های خود بازگردانده شوند.
- ۱۱-۴۹- شستن دست‌ها پس از انجام آزمایش و پایان کار الزامی است.
- ۱۱-۵۰- انجام آزمایشات بدون مجوز و هماهنگی اکیداً ممنوع است.
- ۱۱-۵۱- استفاده از مواد شیمیایی و بیولوژیک و ... که خارج از آزمایشگاه تهیه شده است، بدون اطلاع و تاییدیه مسئولین ذیربط اکیداً ممنوع است.

۱۱-۵۲- از شعله‌های باز هنگام استفاده از مواد قابل اشتعال پرهیز شود. تسلط به آزمایش، دستورالعمل‌های اجرایی استاندارد مربوطه، موارد ایمنی، سلامت و ... پیش از شروع به آزمایش.

۱۱-۵۳- استفاده از لنزهای تماسی در آزمایشگاه پیشنهاد نمی‌شود زیرا ممکن است بخارات موجود را جذب کرده و باعث مشکلات بسیاری شوند.

۱۱-۵۴- مطالعه و رعایت تمامی دستورالعمل‌ها و موارد HSE و استفاده از PPE متناسب در خصوص کار با مواد یا تجهیزات و یا آزمایشاتی که خطر انتشار پرتوهای رادیواکتیو (یون‌ساز) را دارا هستند.

چک لیست‌های مفید در حوزه‌های قوانین و مقررات عمومی، استفاده از گازهای فشرده و مخاطرات فیزیکی

اطلاعات آزمایشگاه				
مدیر آزمایشگاه / محقق اصلی:				
محل آزمایشگاه:				
نظرات	بدون کاربرد	خیر	بله	
ایمنی گازهای فشرده (تحت فشار) و کرایونیک (زیر سرد)				
				آیا از سیلندرها گاز فشرده شده در این محدوده یا آزمایشگاه استفاده می‌شود؟ اگر بله ...
				آیا سیلندرها به صورت ایستاده و به طور صحیح در همه زمان‌ها ایمن و ثابت شده‌اند؟
				آیا هنگام عدم استفاده از سیلندرها، با درپوش‌های مناسب ایمن شده‌اند؟
				آیا سیلندرها در شرایط خوبی نگهداری و به وضوح مشخص شده‌اند؟
				آیا قابل اشتعال‌ها جدا از اکسیدکننده‌ها و سمی‌ها و در منطقه‌ای امن نگهداری می‌شوند؟
				آیا سیلندرها گازهای قابل اشتعال در محفظه‌های دارای تهویه نگهداری می‌شوند؟
				آیا سیلندرها در هنگام انتقال به ماشین حمل (کامیون) بدون رگولاتور و دارای سرپوش ایمنی هستند؟
				آیا سیلندرها گازهای سمی (مثلاً خطر سلامتی NFPA معادل ۳ یا ۴ و ۲) که در محفظه‌های دارای تهویه مداوم نگهداری می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند؟
				آیا شیرهای رهائش فشار سیلندرها گاز کریونیک در شرایط مناسب کاری هستند؟
				آیا نمایشگر میزان اکسیژن در مناطقی که احتمال کم بود میزان اکسیژن افزایش می‌یابد، در دسترس است؟

ایمنی تجهیزات و خطرات فیزیکی				
				آیا علائم ایمنی تجهیزات نصب شده و در وضعیت خوبی از نظر نگهداری و دیده شدن قرار دارند؟
				آیا همه حفاظها و سپرها در جای خود قرار دارند و تجهیزات امن هستند؟
				آیا شیوه‌های کار ایمن (جمع کردن موهای بلند به پشت، عدم کار با البسه گشاد و غیره) توسط کلیه کاربران رعایت می‌شود؟
				آیا تجهیزات در شرایط خوبی نگهداری و تعمیر می‌شوند؟ (برنامه نگهداری و تعمیرات)
				آیا سیم‌های برق در شرایط مناسب و به دور از مسیر رفت و آمد و بدون هر گونه زنگ‌زدگی و منفذ و مشکل بوده و عایق مناسب دارند؟
				آیا تجهیزات حفاظت فردی مناسب برای اپراتورها موجود است و مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
				آیا برای جلوگیری از استفاده از تجهیزات آسیب دیده، از برچسب‌های لازم برای اطلاع رسانی استفاده شده است؟
				آیا دسترسی به تجهیزات محدود شده است یا هر فردی می‌تواند از آنها استفاده نماید؟
				آیا همه کاربران برای کار با این تجهیزات آموزش دیده‌اند؟
				آیا خطرات اضافی یا جدیدی در تجهیزات یا اطراف آن وجود دارد؟
				آیا تغییری در تجهیزات ایجاد شده است؟
موارد عمومی در ایمنی آزمایشگاه				
				آیا ممنوع بودن استعمال دخانیات، خوردن و نوشیدن در آزمایشگاه رعایت می‌شود؟
				آیا آزمایشگاه ایمن (از نظر امنیتی) نگه داشته می‌شود. درب آزمایشگاه در مواقعی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، قفل است؟
				آیا از علائم هشدار دهنده مناسب نزدیک ورودی آزمایشگاه استفاده (نصب) شده است؟
				آیا راهروهای بدون مانع حداقل ۳۶ اینچی برای خروج وجود دارد؟
				آیا نیمکت‌های آزمایشگاهی و مناطق کاری عاری از درهم ریختگی است؟
				آیا قفسه‌ها و کابینت‌ها در شرایط خوبی هستند؟
				آیا قفسه‌ها دارای محدودیت لرزه‌ای هستند، به عنوان مثال، لبه قفسه‌ها یا سیم‌های نگهدارنده‌ها؟
				آیا قفسه‌ها و کابینت‌های دیواری ایمن هستند؟
				آیا محل ذخیره بالاتر از سطح چشم است و از افتادن مواد و ظروف جلوگیری می‌شود؟
				آیا یخچال و فریزرها به وضوح دارای برچسب «استفاده برای مصارف غذایی ممنوع» هستند؟
				آیا هیچ‌گونه نگهداری غذا و نوشیدنی در یخچال و فریزرها جز با وجود برچسب‌های محل‌های مجاز صورت نمی‌گیرد؟

۱۲- برنامه بهداشت و واکسیناسیون کارکنان:

باید برنامه واکسیناسیون، به خصوص در مورد بیماری هپاتیت B، تست پوستی در مورد مایکوباکتریوم توبرکلوزیس (برای کارکنانی که با این ارگانیسم کار می‌کنند) و معاینات و آزمایش‌های دوره‌ای جهت کارکنان در نظر گرفته شود. همچنین خانم‌های باردار و افراد مبتلا به نقص سیستم ایمنی نباید در بخش‌های خطرناک کار کنند.

منابع:

- (۱) یاری، احمد. راهنمای سریع و کاربردی سلامت، ایمنی و محیط زیست در آزمایشگاه‌ها
- (۲) <https://www.acs.org>
- (۳) مجموعه قوانین و مقررات ایمنی آزمایشگاه‌ها، کارگاه‌ها، مواد شیمیایی اداره کل توسعه و پشتیبانی شبکه‌های آزمایشگاهی و تحقیقاتی / مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد پرند
- (۴) دستورالعمل الزامات ایمنی و بهداشت در آزمایشگاه شبکه آزمایشگاهی/مرکز توسعه پژوهش، فناوری و نوآوری علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی
- (۵) عجمی، نرگس و دیده‌بان، خدیجه. ایمنی در آزمایشگاه، چاپ اول دی ماه ۱۳۹۷/مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام‌نور
- (۶) ناطقی رستمی، محمود؛ سهرابی، یحیی؛ زارع، مهدی و بقائی، احمد. ایمنی زیستی در آزمایشگاه، ترجمه، چاپ اول ۱۳۹۲ / انتشارات پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری