



اصول کار ایمن در

آزمایشگاه

سلام الله عليكم

ایمنی کار در آزمایشگاه (HSE)

فهرست مطالب :

۱- مقدمه.....	۴
۲- علایم ایمنی.....	۴-۱۲
۳- حفاظت فردی.....	۱۲-۱۴
۴- آشنایی با سیستم های موجود در طبقه بندی مواد شیمیایی خطرناک.....	۱۵-۱۹
۵- لوزی خطر و ایمنی کار با مواد شیمیایی.....	۱۹-۲۴
۶- MSDS مواد شیمیایی.....	۲۵-۳۴
۷- اصول دفع مواد زائد و زباله های آزمایشگاهی.....	۳۵-۶۴
۸- مقررات ایمنی زیستی.....	۶۵-۶۹
۹- هود های شیمیایی.....	۷۰-۷۱
۱۰- صفحه گرم کننده یا (Hot Plate).....	۷۱
۱۱- pH متر.....	۷۲-۷۳
۱۲- سیلندر های گاز آزمایشگاهی.....	۷۴-۸۰
۱۳- اتو کلاوها.....	۸۱-۸۳
۱۴- ترازوهای آزمایشگاهی.....	۸۴-۹۱
۱۵- سمپلرها.....	۹۲-۹۳
۱۶- سانتریفیوژها.....	۹۴-۹۷
۱۷- نیتروژن مایع.....	۹۸-۱۰۱

مقدمه

اگر در یک محیط آزمایشگاهی مشغول به کار هستید، حتماً با علائم بی‌شمار و متنوعی که در این محیط‌ها نصب شده‌اند، آشنا هستید. آزمایشگاه‌ها عموماً به دلیل وجود مواد شیمیایی خطرناک، مواد رادیواکتیو، نمونه‌های بیولوژیکی متفاوت، ابزار تیز و برنده، ظروف شیشه‌ای که شکستنی هستند و مواد اشتعال‌پذیر، محل خطرناکی برای کار محسوب می‌شوند. به همین دلیل لازم است تا افرادی که در این مکان‌ها مشغول به کار هستند، از تمامی خطرات موجود در آزمایشگاه کاملاً آگاهی داشته باشند. نکات ایمنی در آزمایشگاه برای حفظ امنیت و سلامتی دانشجویان و کارشناسان اهمیت زیادی دارد. اگر چه رعایت این نکات به تنهایی متضمن سلامتی افراد نیست اما از احتمال بروز خطر در زمان حوادث گوناگون تا اندازه زیادی می‌کاهد. مهم‌ترین موضوع حین کار در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و پژوهشی، رعایت اصول ایمنی و سلامت افراد است. همه مواد شیمیایی سمی و مضر هستند و تنها میزان سمیت آن‌ها با هم تفاوت دارد. در آزمایشگاه‌ها انواع عوامل بیماری‌زای بیولوژیکی و نیز خطرانی مانند مواد عفونی، مواد رادیواکتیو، مواد شیمیایی، جریان الکتریکی، وسایل مکانیکی، مواد آتش‌زا، مواد سرطان‌زا، پسماندهای خطرناک و... وجود دارد. بی‌اعتنائی به هشدارها و عدم رعایت اصول ایمنی عواقب ناگواری را به همراه خواهد داشت که متأسفانه در برخی موارد قابل جبران نمی‌باشد. در صورت عدم رعایت اصول ایمنی سلامت افراد می‌تواند از طرق متعددی مانند ترشح و پاشیدن مواد، بلع و تنفس، تماس مستقیم با مخاط و یا پوست، بریدگی در اثر وسایل تیز و برنده و نیز وسایل شکسته شیشه‌ای، ایجاد جراحت بدلیل فرو رفتن سوزن در پوست و نیز ایجاد خراش توسط حیوانات آزمایشگاهی، تهدید شود.

در این کارگاه آموزشی که برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی جهت کار در آزمایشگاه برای (رساله دکتری/ پایان نامه) و انجام تحقیقات پژوهشی تهیه شده است که جهت بدست آمدن اهداف ذیل می‌باشد

*آشنایی و آگاهی از امکانات تجهیزات و دستگاههای تخصصی مجتمع آزمایشگاهی

*آشنایی و آگاهی از نحوه کار و رعایت اصول ایمنی استفاده از تجهیزات و دستگاههای آزمایشگاهی

*آشنایی و آگاهی از دستورالعمل‌های شرایط و نحوه کار در مجتمع (استفاده از وسایل ایمنی شخصی)

*کاهش آسیب به دستگاهها و تجهیزات آزمایشگاهی

*افزایش کارایی و انجام صحیح آزمایشات توسط فرد (کاهش مدت زمان دوره انجام پایان نامه)

* آشنایی و آموزش اصول ایمنی، باعث کاهش حوادث احتمالی برای افراد و افزایش سلامت (دانشجویان)

* آشنایی و آگاهی از نحوه کار با مواد شیمیایی و استفاده صحیح از آنها و رعایت اصول ایمنی مربوط به مواد شیمیایی.

لذا با توجه به اهمیت این موضوع و طبق بخشنامه معاونت محترم فن آوری و نوآوری، دانشجویانی که کار پژوهشی را در آزمایشگاه‌های واحد علوم و تحقیقات انجام می‌دهند ملزم به شرکت در این کارگاه و و پس از قبولی در آزمون اجازه فعالیت در آزمایشگاه را خواهند داشت.

علائم ایمنی

در طراحی علائم ایمنی در آزمایشگاه‌ها، معمولاً از رنگ‌های مختلفی جهت بیان خطرات متفاوت استفاده می‌شود و این علائم به طور کلی معرف ۴ دسته اطلاعات هستند که در زیر عنوان شده است:

- ۱- معرفی عوامل خطرآفرین (مانند مواد بیولوژیک، شیمیایی و رادیواکتیو)
- ۲- وجود خطرات بالقوه در محیط (مانند لیزر و میدان مغناطیسی)
- ۳- احتیاطات ذکر شده در دستورالعمل‌های کار در آزمایشگاه (مانند ممنوعیت خوردن و آشامیدن)
- ۴- لزوم استفاده از وسایل حفاظت فردی (مانند روپوش آزمایشگاهی، تجهیزات حفاظت از چشم و دستکش‌ها)

ممکن است هنگام کار در آزمایشگاه، مواجه شدن با این علائم کمی گیج‌کننده باشد. بنابراین در این مقاله سعی کردیم به تفکیک، به توضیح رایج‌ترین علائم ایمنی در آزمایشگاه بپردازیم و شما را بیش‌تر با آن‌ها آشنا کنیم. پس در ادامه با ما همراه باشید.

علائم ایمنی در آزمایشگاه بر چه اساس دسته‌بندی می‌شوند؟

ایزو ۷۰۱۰ استاندارد است که توسط سازمان بین‌المللی استاندارد برای نمادها و علائم گرافیکی خطر ایجاد شده است. همچنین علائمی که نشان‌دهنده‌ی خروج اضطراری هستند نیز در این استاندارد جای می‌گیرند.

لازم به ذکر است که در مورد علائم ایمنی در آزمایشگاه، هر رنگ و هر شکل هندسی معنای خاصی به علائم می‌بخشد و استاندارد ایزو ۳۸۶۴ این اصول و رنگ‌ها را مشخص کرده است. ایزو ۷۰۱۰ نیز برگرفته از همین اصول می‌باشد. همچنین برای وضوح بیشتر و قابل درک بودن علائم، سعی شده است تا برای ارائه اطلاعات ایمنی از کمترین کلمات استفاده شود.

علائم ایمنی در آزمایشگاه را می‌توان به طور کلی در ۴ دسته‌ی علائم دستوری، علائم خطر، علائم بازدارنده و علائم شرایط ایمن جای داد. در طراحی این علائم از رنگ‌های متفاوتی استفاده می‌شود که در ادامه به توصیف آن‌ها پرداخته‌ایم.

***قرمز:** این رنگ در طراحی علائم بازدارنده استفاده می‌شود. همچنین بروز خطرات آتش‌سوزی را نیز با رنگ قرمز نشان می‌دهند.

***زرد:** رنگ زرد اغلب نشان‌دهنده‌ی احتمال بروز یک خطر بالقوه است.

***سبز:** معمولاً شرایط ایمن را با رنگ سبز نشان می‌دهند.

***آبی:** رنگ آبی، نشان‌دهنده‌ی علائم دستوری است.

شکل هندسی	کاربرد	مثال
	علائم بازدارنده و نشان‌دهنده ممنوعیت	• ممنوعیت خوردن و آشامیدن • ممنوعیت استفاده از اشیاء فلزی
	علائم دستوری	• الزام استفاده از کفش محافظ • الزام شستن دستها
	خطر بالقوه (هشدار)	• خطر برق‌گرفتگی • خطر مواد اشتعال‌پذیر
	شرایط ایمن	• جایگاه جعبه‌ی کمک‌های اولیه • جمع‌شدن در مکان امن
	پیشگیری از خطرات آتش‌سوزی	• کپسول آتش‌نشانی

دسته‌ی اول: علائم ایمنی دستوری در آزمایشگاه

علائم ایمنی در آزمایشگاه می‌توانند بیانگر نکات ایمنی مربوط به حفظ سلامت فیزیکی افراد باشند (مانند لزوم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی این علائم عموماً در قالب یک دایره‌ی آبی رنگ نشان داده می‌شوند. در زیر به برخی از پرکاربردترین علائم ایمنی دستوری در آزمایشگاه اشاره شده است.

استفاده از دستکش محافظ

هنگام کار با مواد پرخطر در محیط‌های آزمایشگاهی، حتی اگر در حجم بسیار کمی باشند، لازم است تا حتماً از دستکش استفاده شود. علامت ایمنی استفاده از دستکش محافظ، به‌همین منظور طراحی شده است. برای پیشگیری از بروز حوادث، باید از دستکش‌های مناسب در هر موقعیت استفاده شود (مانند دستکش‌های مقاوم در برابر حرارت و یا مواد شیمیایی). به همین منظور، انواع مختلف دستکش‌های آزمایشگاهی برای کار با مواد مختلف تولید شده‌اند. علاوه‌بر این‌ها توجه کنید که ممکن است بعضی از دستکش‌ها به دلیل دارا بودن موادی مانند لاتکس، باعث بروز حساسیت‌های پوستی در برخی اشخاص شوند.



لزوم استفاده از کفش محافظ

کفش‌های معمولی، برای انجام برخی آزمایشات خاص در آزمایشگاه مناسب نیستند زیرا ممکن است در اثر تماس با مواد شیمیایی، خورده شده و از بین بروند. در نتیجه خطر آسیب دیدن پاها افزایش می‌یابد. علامت ایمنی که به کفش محافظ اشاره می‌کند، به منظور هشدار این مسئله طراحی شده است. استفاده از بوت‌ها و روکفشی‌های آزمایشگاهی (overshoes) هنگام کار با مواد شیمیایی خورنده، اسیدها و حجم بالایی از حلال‌ها به منظور پیشگیری از بروز حوادث مربوط به پا ضروری است. کفش‌های محافظ در انواع متفاوتی طراحی شده‌اند و باید متناسب با نیاز خود از آن‌ها استفاده کنید.



ضرورت پوشیدن لباس محافظ

علامت لباس محافظ نیز یکی از علائم ایمنی در آزمایشگاه بوده و بیانگر این هشدار است که باید از لباس‌های محافظ در آزمایشگاه استفاده شود. لباس‌هایی که از مواد مصنوعی ساخته شده‌اند معمولاً در صورت بروز سوختگی، به پوست بدن می‌چسبند. بنابراین در تولید لباس‌های محافظ از پشم و الیاف طبیعی استفاده می‌شود که در برابر پاشش مواد ذوب‌شده، اسیدها (البته در مقادیر کم)، شعله‌های کوچک، جرقه، اشعه مادون قرمز و ماوراء بنفش مقاوم هستند. لباس‌های آلومینیومی نیز بازدارنده‌ی آتش هستند. بنابراین در تولید لباس‌های محافظ از پشم و الیاف طبیعی استفاده می‌شود که در برابر پاشش مواد ذوب‌شده، اسیدها (البته در مقادیر کم)، شعله‌های کوچک، جرقه، اشعه مادون قرمز و ماوراء بنفش مقاوم هستند. لباس‌های آلومینیومی نیز بازدارنده‌ی آتش هستند.



لزوم استفاده از محافظ چشم

علامت ایمنی محافظ چشم بیانگر این است که در محیط آزمایشگاه احتمال بروز خطرات شیمیایی، رادیولوژیکی و غیره وجود دارد. محافظ‌های چشم که با عنوان عینک ایمنی، گازل و اسپکتاکل [۲] نیز شناخته می‌شوند نه تنها مانع بروز آسیب‌های چشمی در اثر پاشش مواد و یا پرتاب خرده‌های مواد می‌شوند بلکه از خطرات موجود در اثر تابش اشعه‌هایی مانند اشعه‌ی UV نیز جلوگیری می‌کنند. البته میزان عبور این اشعه‌ها به جنس عینک بستگی دارد. پلی‌کربنات یکی از موادی است که به داشتن وزن سبک‌تر نسبت به شیشه در ساخت عینک‌های محافظ کاربرد دارد. امروزه طراحی نوین عینک‌های ایمنی باعث حفاظت چشم در برابر اسیدها، مواد سوزاننده و هیدروکربن‌ها می‌شود.



ماسک‌های تنفسی

لزوم ماسک‌های تنفسی نیز یکی از علائم ایمنی در آزمایشگاه است. این علامت هنگامی نصب می‌شود که افراد در معرض خطر کار در هوای آلوده قرار داشته باشند. ماسک‌های تنفسی دقیقاً به منظور جلوگیری از داخل شدن هوای آلوده به ریه‌ی اشخاص طراحی شده‌اند. این ماسک‌ها در انواع گوناگونی



موجود هستند. به‌طور مثال ماسک‌های نیم صورت تنها از بینی و دهان اشخاص محافظت می‌کنند در صورتی که ماسک‌های تمام صورت تمام اعضای صورت را پوشش می‌دهند. به‌طور کلی ماسک‌های تنفسی، هم می‌توانند با فیلتر کردن هوای آلوده مانع ورود آن به ریه‌ی اشخاص شوند و هم توسط وجود یک منبع اکسیژن از فرد محافظت کنند.

دسته‌ی دوم: علائم ایمنی در آزمایشگاه مرتبط با شرایط ایمن

همانطور که پیش‌تر اشاره شد، ایمنی یکی از مهم‌ترین مسائلی است که باید در محیط‌های آزمایشگاهی رعایت شود. به همین منظور دسته‌ای از علائم ایمنی در آزمایشگاه حاوی اطلاعاتی در مورد شرایط ایمن هستند. این علائم اغلب در مربع‌هایی با زمینه‌ی سبز رنگ نشان‌داده می‌شوند. در زیر به برخی از علائم مهم مرتبط با شرایط ایمن اشاره می‌کنیم.

جایگاه چشم شوی ایمنی:

علامت جایگاه چشم شوی ایمنی، بیانگر مکانی است که چشم شوی در آن قرار دارد. به‌منظور حفظ سلامت افراد و ایمنی شغلی در آزمایشگاه‌ها، چشم شوی ایمنی باید در مکانی قرار گیرد که در دسترس تمامی پرسنل باشد.



دوش اضطراری:

دوش‌های اضطراری باید در تمامی مکان‌هایی که احتمال بروز حوادث و آسیب‌های چشم و بدن وجود دارد، نصب شوند. این دوش‌ها باید در فاصله‌ای نصب شوند که در صورت بروز حادثه، شخص طی ده ثانیه بتواند از آن‌ها استفاده کند. علامت ایمنی **دوش اضطراری** یکی از علائم ایمنی بسیار مهمی است که باید به صورت برجسته و واضح در کنار این تجهیزات نصب شود.



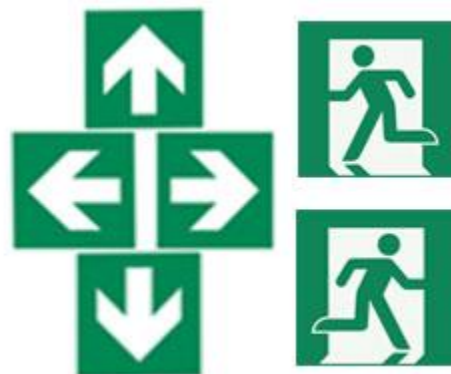
کمک‌های اولیه:

علامت **کمک‌های اولیه**، نشان‌دهنده‌ی موقعیت جعبه‌ی کمک‌های اولیه در آزمایشگاه است. این جعبه باید در دسترس تمامی قسمت‌های مختلف آزمایشگاه باشد و شامل تمامی تجهیزات و لوازمی می‌شود که مورد تایید استانداردهای جهانی کمک‌های اولیه در آزمایشگاه هستند. علاوه بر این، لوازم موجود در جعبه‌ی کمک‌های اولیه باید حداقل یک‌بار در ماه بررسی شوند تا در صورت مصرف و کمبود هر وسیله‌ای و یا در صورت اتمام تاریخ انقضای موادی مانند پمادها، آن‌را جایگزین کنند.



علائم خروج اضطراری:

این علائم نشان‌دهنده‌ی راه‌های خروجی هنگام بروز حوادث هستند. علاوه‌بر این می‌توان از آن‌ها برای تعیین جهت نیز در محیط آزمایشگاه استفاده کرد.



محل تجمع ایمن:

علامت ایمنی **محل تجمع ایمن** بیانگر مکان‌های امنی در داخل و یا خارج ساختمان آزمایشگاه است که افراد باید در صورت بروز حوادثی مانند آتش‌سوزی در آن‌ها جمع شوند. در نتیجه این مکان‌ها باید به اندازه‌ی کافی بزرگ بوده و ظرفیت حضور تمامی پرسنل را داشته باشند. پرسنل آزمایشگاهی باید کاملاً با این مکان‌ها آشنا شوند و در صورت وجود چند مکان ایمن، حتماً به نزدیک‌ترین محل مراجعه کنند.



دسته‌ی سوم: علائم ایمنی بازدارنده در آزمایشگاه

انجام یک‌سری از کارها در محیط آزمایشگاه اکیداً ممنوع است. زیرا در صورت انجام این اعمال، خطراتی جدی سلامت افراد را تهدید کرده و ممکن است خسارات جبران‌ناپذیری را به فرد و تجهیزات وارد کند. به همین منظور علائم ایمنی در آزمایشگاه طراحی شده‌اند که با یک دایره‌ی قرمز مشخص شده و نشان‌دهنده‌ی اعمال بازدارنده هستند. از جمله این علائم، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

ممنوعیت خوردن و آشامیدن در آزمایشگاه

علامت ایمنی ممنوعیت خوردن و آشامیدن در واقع به پرسنل یادآوری می‌کند که حین کار با مواد شیمیایی و یا مدیریت و نگهداری از آن‌ها، ممکن است غذاها و یا نوشیدنی‌ها در تماس با این مواد قرار گرفته و باعث بروز آسیب‌های جدی شوند.



دسته چهارم: علائم ایمنی در آزمایشگاه مرتبط با اطفاء حریق

ممکن است آتش‌سوزی در هر مکانی رخ دهد. اما باید توجه کنید که آتش‌سوزی در آزمایشگاه‌ها به دلیل وجود تجهیزات و موادی مانند چراغ بونزن، مایعات اشتعال‌پذیر و لپ‌تاپ‌ها، بسیار خطرناک‌تر خواهد بود. بنابراین لازم است تمامی آزمایشگاه‌ها به تجهیزات اطفاء حریق مجهز بوده و موارد ایمنی جهت جلوگیری از بروز آتش‌سوزی رعایت شوند. علائم ایمنی در آزمایشگاه مرتبط با اطفاء حریق در کادرهای مربع یا مستطیل شکل قرمز رنگی با یک شعله‌ی سفید رنگ طراحی می‌شوند که علائم مربوط به هر هشدار نیز با رنگ سفید مشخص شده است.

کپسول آتش‌نشانی:

لازم است جهت خاموش کردن آتش، تمامی آزمایشگاه‌ها به کپسول آتش‌نشانی مجهز باشند. علامت ایمنی کپسول آتش‌نشانی، مکان دقیق این وسیله را در آزمایشگاه نشان می‌دهد.



پتوی اطفاء حریق:

علامت ایمنی پتوی اطفاء حریق نیز بیانگر مکان دقیق این وسیله در آزمایشگاه است. هنگام بروز آتش و در صورت آتش گرفتن پرسنل، لازم است جهت خاموش کردن آن از این پتوهای پشمی استفاده شود. بنابراین دانستن مکان آن‌ها در آزمایشگاه برای حفظ ایمنی و سلامت بسیار ضرورت دارد.



شلنگ آتش‌نشانی:

علامت ایمنی شلنگ آتش‌نشانی، یکی دیگر از علائم ایمنی در آزمایشگاه است که موقعیت دقیق این وسیله را در آزمایشگاه نشان می‌دهد. این علامت باید به‌طور کامل واضح و قابل رویت باشد. بهتر است این علامت دقیقاً در بالای این تجهیزات نصب شود و در کنار آن از **علامت‌های راهنما** جهت پیدا کردن آسان‌تر و سریع‌تر این لوازم نیز استفاده شود.



دسته پنجم: علائم خطر در آزمایشگاه

علائم ایمنی در آزمایشگاه که بیانگر یک خطر بالقوه هستند با یک مثلث زرد نشان داده می‌شوند. در زیر به برخی از مهم‌ترین این علائم اشاره شده است.

علامت هشدار (خطر) کلی:

علامت ایمنی **خطر کلی**، معمولاً به صورت وجود یک علامت تعجب مشکی رنگ داخل یک مثلث زرد رنگ مشخص می‌شود. این علامت نشان‌دهنده وجود خطر و یا آسیب بوده و می‌تواند روی تجهیزات، درها، دستگاه‌ها و غیره نصب شود. توجه به این علامت ایمنی، در حفظ سلامت و جلوگیری از بروز حوادث بسیار ضروری است.



خطر مواد بیولوژیک:

نصب علامت **خطر مواد بیولوژیکی** در آزمایشگاه‌هایی که با مواد زیست محیطی و یا عوامل آلوده‌کننده کار می‌کنند ضروری است. این علائم بر روی تجهیزاتی مانند یخچال‌ها و سردکن‌ها و یا مکان‌های مختلف نصب می‌شوند. لازم است افرادی که با این مواد سروکار دارند، از تجهیزات حفاظت شخصی مناسب استفاده کنند. انجام شست و شوهای مکرر و ضدعفونی کردن تجهیزات و مکان‌های آزمایشگاهی در محل‌هایی که این مواد وجود دارند نیز یک ضرورت است.



خطر مواد شیمیایی تحریک‌کننده و مضر:

مواد شیمیایی تحریک‌کننده، خورنده نیستند اما می‌توانند باعث بروز مشکلات و ناراحتی‌هایی مانند قرمزی و یا تاول پوستی شوند. علامت ایمنی **مواد خطر شیمیایی تحریک‌کننده و مضر** به افراد کمک می‌کند تا هنگام کار با این مواد، دقت لازم را به خرج دهند. آمونیاک و کلر فروم جزء مواد تحریک‌کننده پوست هستند.



خطر مواد سمی:

استفاده از علامت ایمنی **خطر مواد سمی**، وجود موادی را نشان می‌دهد که در صورت ورود به بدن، به شخص آسیب خواهند رساند. این مواد معمولاً توسط تنفس، تماس با پوست بدن و یا خوردن وارد بدن می‌شوند. میزان آسیبی که مواد سمی به شخص خواهند رساند بستگی به نوع، نحوه ورود آن‌ها به بدن و یا غلظت آن‌ها دارد.



خطر مواد شیمیایی خورنده:

علامت ایمنی در آزمایشگاه که خطر مواد شیمیایی خورنده را نشان می‌دهد، بیانگر موادی است که در صورت تماس با بدن، باعث خورده شدن و آسیب‌های جدی می‌شوند. این مواد باید در رطوبت و دمای مناسب و در کابینت‌های مخصوص نگهداری شوند. همچنین افرادی که با این مواد کار می‌کنند باید حتماً از دستکش، روپوش و محافظ صورت استفاده کنند.



سایر علائم ایمنی در آزمایشگاه

خطرناک برای محیط زیست:

این علامت ایمنی بیانگر خطرات زیست محیطی مواد شیمیایی، به‌خصوص مواد شیمیایی سمی برای آبزیان است. این گونه مخاطرات زیست محیطی می‌توانند حاد و یا مزمن باشند. بنابراین لازم است هنگام دفع پسماندهای مواد شیمیایی که دارای این علامت ایمنی هستند، دقت شود.



علامت ایمنی بازیافت:

نماد ایمنی بین‌المللی بازیافت از سه فلش که به یک فرآیند تمام نشدنی اشاره می‌کنند تشکیل شده است. این فلش‌ها یک مثلث را ایجاد می‌کنند. این نماد نشان می‌دهد که مواد قابل بازیافت در چه مکانی نگهداری و جمع‌آوری می‌شوند. پلاستیک‌هایی که جز مواد بیولوژیکی و رادیواکتیو خطرناک نیستند، دستکش‌ها، جعبه‌های نوک سمپلر و غیره می‌توانند جزء مواد قابل بازیافت باشند.



علاوه بر این، از این علائم ذکر شده بر روی ظروف نگهداری مواد شیمیایی هم استفاده می‌شود که به کاربر اطلاعاتی در رابطه با ماهیت ماده‌ی شیمیایی ارائه می‌دهد. شکل زیر نشان‌دهنده‌ی این علائم است.

اکسیدکننده (O)	آتشگیر (F)	به شدت آتشگیر (F+)	سمی (T)	خیلی سمی (T+)
مضر (Xi)	سوزش آور (Xi)	خورنده (C)	متفجره (E)	خطرناک برای محیط زیست (N)

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 آزمایشگاهها 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 می گیرند 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 می گیرد می توان به انواع دستکش، عینک، روپوش، محافظ صورت، چکمه، محافظ های شنوایی و ... اشاره کرد.

تهیه و استفاده از این تجهیزات در آزمایشگاه های واحد علوم و تحقیقات بر عهده دانشجویان می باشد با توجه به این موضوع که تجهیزات حفاظت فردی شخصی می باشد از این منظر تهیه و استفاده در کلیه آزمایشگاه ها و کارگاه های واحد متناسب با نوع فعالیت هایی که توسط دانشجو در حین کار (آزمایشگاه - کارگاه) دارد الزامی می باشد و در صورت عدم تهیه از حضور دانشجویان در آزمایشگاه جلوگیری خواهد شد .

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.

به طور خلاصه تجهیزات حفاظت فردی معمول و مورد استفاده در آزمایشگاه ها را می توان 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 پرتاب شده، شیشه های شکسته، قطرات پرتاب شده اسیدی یا بازی، بخارات و با گازهای شیمیایی و طیف های نوری با قابلیت ایجاد آسیب در چشم و ... را دارا باشند. یکی از راهنماهای خوب انتخاب تجهیزات فردی ویژه چشم ها و صورت، استاندارد ANSI, Z 87.1-۲۰۱۰ 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

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

۶-۱ -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 بر اساس 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 نفوذناپذیر در این خصوص بسیار ضروری خواهد بود. از این رو بر اساس 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، نیتریل، نیوپرن و...



نمونه هایی از دستکش های مورد استفاده در آزمایشگاه ها

باید به خاطر داشت که هر کدام از موارد فوق برای کار خاصی مناسب است، به عنوان مثال دستکش های نئوپرن در مقابل اسیدهای معدنی، آلی، بازها 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 پسماندها رعایت شود و همچنین نباید دستکش در محیط خارج از آزمایشگاه پوشیده شده و یا با آن دستگیره در، تلف همراه و یا ... لمس گردد.

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 حفاظتی به شمار می آیند. در هنگام انتخاب این پوشش ها توجه به مخاطرات ویژه مانند پرتوها، میزان حرارت مضر و 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.



نمونه هایی از البسه حفاظتی مورد استفاده در محل کار

۱- ماسک ها و تجهیزات حفاظت از دستگاه تنفسی

این تجهیزات عبارتند از ماسک های قابل تعویض (نظیر ماسک ۹۵N که اغلب به عنوان ماسک گرد و غبار شناخته می شوند)، ماسک های تصفیه کننده و خالص کننده های هوا و همچنین تجهیزات تأمین 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 ۹۵N توصیه می شود که به هیچ وجه در مقابل گازها و بخارات تأثیری ندارد. شایان ذکر است ماسک های تصفیه کننده هوا تأثیری 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)

۲- محافظ های شنوایی

تجهیزاتی که به صورت گوشی های جاذب صوت و پلانگ 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

۳- محافظت از پاها

تمهیداتی جهت محافظت از پای 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 سنگین و یا پوشیدن چکمه های مقاوم به مواد شیمیایی در خنگام حمل و نقل، جابه جایی و یا سر و کار داشتن با مقادیر بالای مواد شیمیایی الزامی است.

آشنایی با سیستم های موجود در طبقه بندی مواد شیمیایی خطرناک

مواد خطرناک (Hazardous materials) شامل کلیه مواد و عواملی هستند با منشاء شیمیایی، فیزیکی و یا بیولوژیکی که قادرند سلامت و ایمنی انسان و محیط را به مخاطره اندازند. تعداد مواد خطرناک و عوامل شیمیایی بسیار زیاد بوده و طبقه بندی آنها نیز متنوع و وسیع است. باید توجه داشت که ممکن است این طبقه بندی ها مطلق نبوده و بسته به هدف طبقه بندی و دامنه کاربرد در بر گیرنده مواد گوناگونی باشد. برخی از طبقه بندی ها ممکن است محدود به گروه های معینی از مواد شیمیایی بوده، اما درک آنها می تواند در تکمیل سیستم های فراگیرتر مفید واقع گردد.

بطور کلی دو سیستم بین المللی در تقسیم بندی خطرات مواد شیمیایی وجود دارد که شامل سیستم ملل متحد (UN System) و سیستم اروپایی (EC System) می باشد. در سیستم ملل متحد کالاهای خطرناک از دیدگاه ایمنی و بر حسب خطرات حاد تقسیم بندی و بر حسب گذاری می شوند، در حالیکه در سیستم اروپایی تقسیم بندی عوامل شیمیایی عمدتاً از جنبه بهداشتی و بر اساس اثرات حاد و مزمن مواد می باشد. با توجه به اثرات بهداشتی و خطرات فیزیکی ناشی از مواد می توان آنها را به دو صورت مواد شیمیایی زیان آور (Hazardous Substance) و کالای خطرناک (Dangerous Goods) مورد شناسایی و بررسی قرار داد.

۴- عوامل شیمیایی زیان آور

منظور از عوامل یا مواد شیمیایی زیان آور کلیه مواد شیمیایی و آلاینده های محیطی است که تماس با آن ها معمولاً معمولاً به مرور موجب اثرات زیان آور روی سلامتی انسان و موجودات زنده می شود. در سال های اخیر، دانشمندان و حتی مردم عادی نسبت به اهمیت اثرات مزمن مواد بیشتر حساس شده اند زیرا معمولاً این اثرات بی سروصدا ایجاد شده و پس از مدت زمان طولانی ظاهر می شوند. به عنوان مثال سرطان زایی یکی از وخیم ترین اثرات مزمن بوده که ممکن است در اثر تماس های مکرر و طولانی مدت با غلظت های کم عوامل شیمیایی زیان آور ایجاد گردد. از طرفی توجه به اثرات مزمن مواد نباید موجب شود که کارکنان از اثرات حاد مواد سمی و همچنین خطر انفجار یا اشتعال مواد غافل شوند. علاوه بر این، احتیاط در مقابل خطرات حاد می تواند احتمال وقوع اثرات مزمن را نیز کاهش دهد.

۵- کالاهای خطرناک

کالاهای خطرناک (Dangerous goods) شامل مواد شیمیایی و عواملی هستند که قادرند موجب تهدید آنی و فوری سلامت و ایمنی افراد، تجهیزات و محیط گردند. در تقسیم بندی کالاهای خطرناک علاوه بر مواد شیمیایی مواد رادیواکتیو و مواد عفونی نیز مورد توجه قرار می گیرند. در حالیکه عوامل شیمیایی زیان آور معمولاً بر اساس اثرات سلامتی و عمدتاً طولانی مدت مواد تقسیم بندی شده و مورد مطالعه قرار می گیرند، کالاهای خطرناک بر اساس اثرات آنی و فوری مواد تقسیم بندی می شوند. به مثال زیر توجه کنید:

۱۰۰۰ میلی لیتر حلال گزین موجود در یک آزمایشگاه در درجه اول به عنوان یک عامل شیمیایی زیان آور محسوب شده که خطر استنشاق بخارات گزین را به همراه دارد. در حالیکه، ۱۰۰۰ لیتر گزین موجود در یک انبار شیمیایی یا در هنگام حمل و نقل در درجه اول به عنوان یک کالای خطرناک تقسیم بندی می شود که دارای قابلیت اشتعال است.

GHS چیست ؟

(Globally Harmonized System) ، عبارت است از سیستم جهانی و هماهنگ طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی. GHS خطرات محصولات شیمیایی را تعریف و دسته بندی می کند. همچنین اطلاعات ایمنی و سلامت نوشته شده بر روی برچسپ ها و برگه اطلاعات ایمنی (SDS) را تعیین می کند. هدف این است که قوانین مشابه برای دسته بندی خطرات ، همچنین فرمتی مشابه برای نوشتن اطلاعات در برچسپ ها (Labels) و برگه های ایمنی مورد استفاده قرار بگیرد. تمامی افراد و سازمان های فروشنده مواد شیمیایی، خریدار مواد شیمیایی، تولیدکنندگان، مصرف کنندگان ، حمل کنندگان و به کل تمامی افرادی که با این ترکیبات در تماس هستند باید از این موارد مطلع باشند.

دامنه عملیاتی GHS چیست؟

GHS تمامی مواد شیمیایی خطرناک را در برمی گیرد، همچنین در نحوه برخورد با مواد شیمیایی در محیط کار، حمل و نقل، محصولات مصرفی، سموم دفع آفات و داروهای شیمیایی در نظر گرفته می شود.

اصطلاحات کلیدی در طبقه بندی مواد شیمیایی به روش GHS

SDS : برگه اطلاعات ایمنی

Hazard Group : این طبقه بندی خطرات را به سه دسته عمده بهداشت، فیزیکی و محیطی تقسیم بندی می کند.

Class : کلاس اصطلاحی است که برای توصیف انواع مختلف خطرات به کار می رود. به عنوان مثال ، گازهای تحت فشار نمونه ای از کلاس در خطرات فیزیکی است.

Category : دسته بندی برای توصیف زیر مجموعه های کلاس ها استفاده می شود. به عنوان مثال مواد شیمیایی خود واکنش دهنده دارای ۷ زیر مجموعه است. هر مجموعه (دسته) دارای قوانین و معیارهایی است که تعیین می کند کدام مواد شیمیایی به آن دسته بندی تعلق دارند. دسته ها با اعداد و یا شماره مشخص می شوند که حرف A یا شماره ۱ به معنای خطرناک ترین است.

Hazard Statment (بیانیه خطر) : برای هر دسته موجود در یک کلاس ، بیانیه استاندارد وجود دارد که برای توصیف خطر استفاده می شود.

Precautionry Statement (بیانیه احتیاطی) : عبارات استاندارد هستند که اقداماتی را برای جلوگیری و یا به حداقل رساندن اثرات منفی ناشی از حمل و یا ذخیره نادرست مواد خطرناک ارائه می دهند.

Signal Word (کلمه هشدار یا اخطار) : GHS از دو کلمه هشدار استفاده می کند Danger و Warning که به ترتیب خطر و هشدار هستند. این کلمات میزان خطر را بر روی لیبل و برگه اطلاعات ایمنی نشان می دهند. به عنوان مثال کلمه سیگنالی که برای مواد ترکیبات خود مشتعل شونده ای که در دسته ۱ قرار دارند Danger است و برای مواد (خود اشتعال پذیر) موجود در دسته بندی ۲ از کلمه warning استفاده می شود. دسته بندی هایی وجود دارند که برای آنها کلمه هشدار نوشته نمی شود.

:Pictogram

پیکتوگرام (لوزی خطر): به نماد GHS بر برجسپ و SDS اطلاق می شود. تمامی دسته بندی ها نماد مخصوص به خود را ندارند.

The Basic Parts of A GHS-Compliant Label

1 → **n-Propyl Alcohol**
 UN No. 1274
 CAS No. 71-23-8

2 → **DANGER**
3 → Highly flammable liquid and vapor. Causes serious eye damage. May cause drowsiness and dizziness.
4 → Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. No smoking. Avoid breathing fumes/mist/vapours/spray. Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection. IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses if present. Continue rinsing.

Fill Weight: 18.65 lbs. Lot Number: BS6754434
 Gross Weight: 20 lbs. Fill Date: 6/21/2013
 Expiration Date: 6/21/2020

5 → Acme Chemical Company • 711 Roadrunner St. • Chicago, IL 60601 USA • www.acmechem.com • 123-444-5567

See SDS for further information.

6 →



1. **Product Identifier** - Should match the product identifier on the Safety Data Sheet.
 2. **Signal Word** - Either use "Danger" (severe) or "Warning" (less severe)
 3. **Hazard Statements** - A phrase assigned to a hazard class that describes the nature of the product's hazards
 4. **Precautionary Statements** - Describes recommended measures to minimize or prevent adverse effects resulting from exposure.
 5. **Supplier Identification** - The name, address and telephone number of the manufacturer or supplier.
 6. **Pictograms** - Graphical symbols intended to convey specific hazard information visually.

Sample label courtesy of Weber Packaging Solutions • www.weberpackaging.com

پیکتوگرام چیست و هر کدام برای چه منظوری استفاده می شوند؟

پیکتوگرام ها (لوزی های خطر) تصاویری گرافیکی هستند که می توانند به سرعت نوع خطر محصول را به مصرف کننده نشان دهند. اکثر این نماد ها یک حاشیه قرمز رنگ دارند و در وسط نیز شامل سمبلی هستند که نوع خطر را بیان می کند. این نماد ها نتیجه طبقه بندی مواد شیمیایی به شیوه درست هستند.

	Exploding bomb (for explosion or reactivity hazards)		Flame (for fire hazards)		Flame over circle (for oxidizing hazards)
	Gas cylinder (for gases under pressure)		Corrosion (for corrosive damage to metals, as well as skin, eyes)		Skull and Crossbones (can cause death or toxicity with short exposure to small amounts)
	Health hazard (may cause or suspected of causing serious health effects)		Exclamation mark (may cause less serious health effects or damage the ozone layer*)		Environment* (may cause damage to the aquatic environment)
	Biohazardous Infectious Materials (for organisms or toxins that can cause diseases in people or animals)				

* The GHS system also defines an Environmental hazards group. This group (and its classes) was not adopted in WHMIS 2015. However, you may see the environmental classes listed on labels and Safety Data Sheets (SDSs). Including information about environmental hazards is allowed by WHMIS 2015.

در شکل زیر این نماد نشان داده شده اند. کلمات بولد شده نام پیکتوگرام و کلمات موجود در پرانتز خطر را شرح می دهند.

چرا باید از یک سیستم هماهنگ و جهانی استفاده نمود؟

در حال حاضر بسیاری از کشورها سیستم های مختلفی را برای طبقه بندی و برچسپ گذاری مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می دهند. به علاوه در برخی کشورها چند سیستم مختلف مورد استفاده قرار می گیرند، که علاوه بر هزینه های زیادی که برای شرکت های فعال در این حوزه دارد، باعث گیج شدن کارگران و مصرف کنندگان نیز خواهد شد. برخی از مزایای استفاده از GHS عبارتند از:

- بهبود بازده نظارتی
- تسهیل تجارت
- رعایت انطباق
- کاهش هزینه ها
- ارائه اطلاعات بهینه
- موجب حمل و نقل و استفاده امن می شود
- ارتقا سطح واکنش به حوادث شیمیایی
- کاهش نیاز به آزمایش حیوانات

مفهوم گروه بندی GHS و بلوک بندی چیست؟

سه گروه اصلی خطرناک وجود دارند که عبارتند از:

- خطرات فیزیکی
- خطرهای سلامتی
- خطرات محیطی

هر کدام از این گروه های اصلی دارای کلاس ها و دسته بندی هایی هستند. هر کدام از این بخش ها به عنوان یک بلوک (Building block) شناخته می شود. هر کشوری می تواند تعریف نماید که کدام بلوک ها را در کدام بخش ها (محیط کار، حمل و نقل، محصولات مصرفی) به کار برده شوند. پس از انتخاب بلوک باید از قوانین مربوط به GHS برای طبقه بندی مواد شیمیایی استفاده شود.

کلاس ها

همانگونه که قبلاً اشاره شد سه گروه اصلی در طبقه بندی مواد شیمیایی هر کدام دارای کلاس های متفاوتی هستند که در ادامه به آنها اشاره شده است.

کلاس های مربوط به گروه خطرات سلامتی

- سمیت حاد
- خوردگی/ تحریک پوست
- آسیب جدی چشمی/ سوزش و تحریک چشم
- حساسیت پوستی یا تنفسی
- جهش زایی سلولی
- سرطان زایی
- اختلال در تولید مثل
- سمیت برای یک عضو خاص – برای یکبار قرار گرفتن در معرض آن
- سمیت برای یک عضو خاص – تماس و قرار گرفتن در معرض آن به صورت مداوم و تکراری

کلاس های گروه خطرات فیزیکی

- مواد منفجره
- گازهای قابل اشتعال
- ذرات معلق
- گازهای اکسید کننده
- جامدات قابل اشتعال
- مواد و ترکیبات خود واکنش دهنده
- جامدات پیروفوریک
- مواد ترکیباتی که در صورت تماس با آب گازهای اشتعال پذیر منتشر می کنند
- * خوردگان فلزات
- * پراکسیدهای آلی
- * جامدات اکسید کننده
- * مایع قابل اشتعال
- * مایعات اکسید کننده
- * مایعات پیروفوریک
- * موا و ترکیبات خود گرم شونده

کلاس های موجود در خطرات محیطی

- خطرناک برای آبزیان
- خطرناک برای لایه اوزون

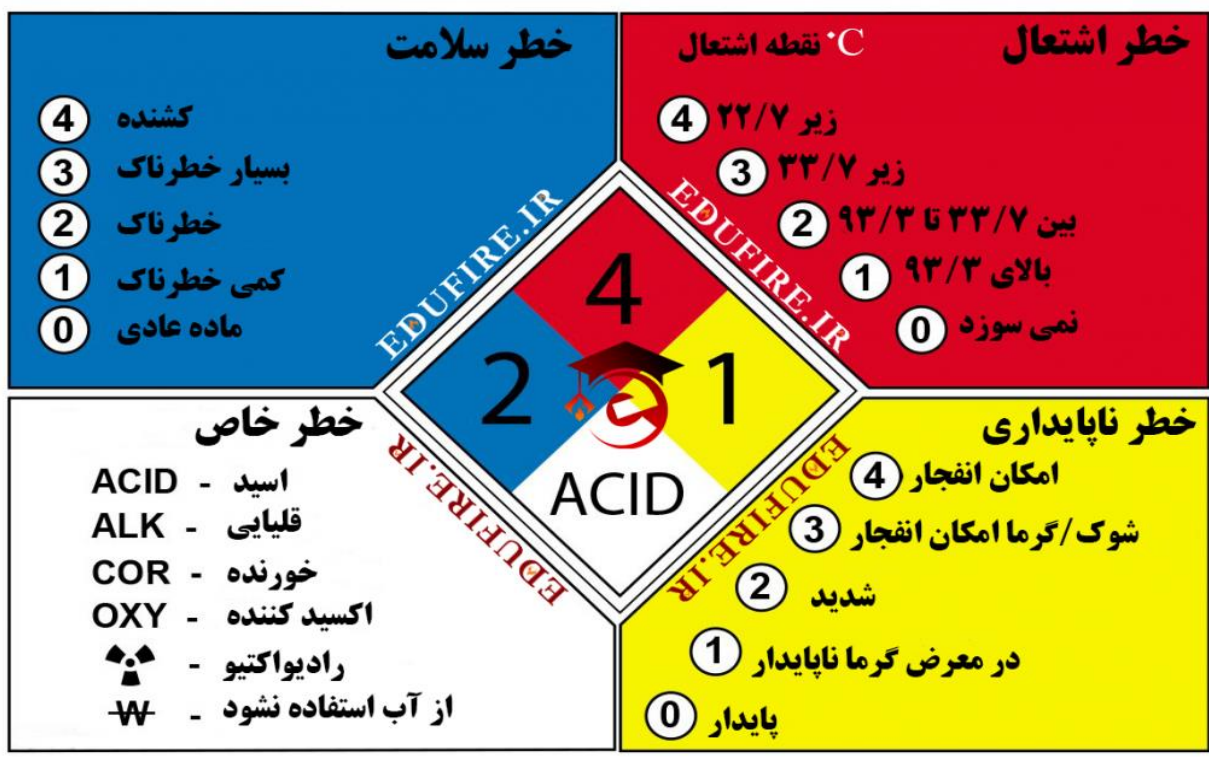
آشنایی با لوزی شناسایی خطر

خطرات مواد شیمیایی توأم با ازدیاد مصرفشان در صنایع مختلف افزایش یافته و از طرفی چون بخاطر سپردن خطرات مواد شیمیایی گوناگون و چگونگی مقابله با آنها برای هر شخص امکان پذیر نیست. بنابراین جهت سهولت در مورد آگاهی از خطر هر ماده شیمیایی از یک لوزی چهار خانه استفاده می شود. تا هر شخصی با توجه به آشنایی قبلی با مشخصات این لوزی از چگونگی خطرات آن ماده شیمیایی آگاه گردد.

لوزی خطر

لوزی خطر دارای چهار خانه است.

- * خانه بالایی مربوط به قابلیت اشتعال جسم می باشد.
- * خانه ی سمت راست قابلیت فعل و انفعال شیمیایی (پایدار و از نظر ترکیب با آب) را نشان می دهد.
- * خانه سمت چپ لوزی خطرات بهداشتی (خطر ماده شیمیایی بر روی سلامتی) را نشان می دهد.
- * خانه پایینی نشان دهنده خطرات خاص می باشد.



لازم است توجه شود که در هریک از لوزی‌های کوچکتر، عددی درج می‌شود. این عدد شدت خطر مواد شیمیایی را نشان می‌دهد



ایمنی کار با مواد شیمیایی

مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه به سه حالت جامد، گاز و یا مایع موجود می باشند. هر کدام از حالات فوق آثار مختلفی بر فیزیولوژی موجود زنده دارند.

الف - مواد شیمیایی بحالت گازی، بخار و یا ذرات معلق دارند که از راه تنفس وارد ریه ها می شوند و آثار فیزیولوژیک خود را بصورت زیر ظاهر می کنند.

- ۱- مواد التهاب آور و محرک (مثل آمونیاک و اسید هیدروکلریک).
- ۲- مواد خفگی آور (ساده مثل دی اکسید کربن، شیمیایی مثل منواکسید کربن، اسید سیانیدریک).
- ۳- مواد بیهوش کننده و مخدر (مثل اتانول و دی اتیل اتر).
- ۴- سموم سیستمیک (متانول، فنول ها، بنزن، کربن دی سولفید).
- ۵- ذرات معلق (آزبست و سیلیس).

ب- مواد شیمیایی مایع نیز به اشکال زیر آثار خود را بر فیزیولوژی موجود زنده بروز می دهند:

- ۱- حلالهای آلی نظیر استون، کلروفرم، سیکلو هگزان، دی اتیل اتر، دی متیل سولفوکسید اتیل الکل، هگزان، متانول، تولوئن، متیلن کلراید و که علاوه بر اشتعال پذیری آثار سموم کنندگی دارند و برخی نیز خاصیت سرطان زایی و نابور کنندگی نشان می دهد.
- ۲- معرفهای معدنی محلول مانند اسید سولفوریک، اسید هیدروکلریدریک، آمونیاک، آب اکسیژنه و این ترکیبات همگی سوزاننده و برخی خورنده می باشند و هر کدام اثر فیزیولوژیکی متفاوتی دارند.

ج- مواد شیمیایی جامد نیز می توانند باعث مسمومیت یا آثار دیگر شوند.

طبق قوانین مصوب جامعه سلطنتی شیمی بریتانیا مواد شیمیایی از لحاظ سمیت و زیان به یکی از چهار دسته زیر تقسیم می شوند:

- ۱- مواد با زیان بسیار زیاد: شامل مواد سرطان زا، جهش زا یا مسموم کننده در تولید مثل و حساسیت زهای تنفسی.
 - ۲- مواد با زیان زیاد: مواد بسیار سمی، مولد سوزاننده و حساسیت زهای پوستی.
 - ۳- مواد با زیان متوسط، مواد مضر، مواد محرک و سوزش آور.
 - ۴- مواد با زیان کم: موادی که بعنوان مواد خطرناک شناخته نمی شوند.
- به منظور دستیابی به ایمنی بیشتر در آزمایشگاه عوامل چندی را می توان مد نظر داشت از جمله:
- الف- آموزش افراد نسبت به نوع مواد شیمیایی مورد تماس و مصرف و ویژگیهای آنها بصورت کلی و تدریجی.
- ب- تجهیز آزمایشگاه به وسایل و مواد ضروری مورد نیاز سوانح و آموزش کاربرد صحیح آنها.
- ج- آموزش کمکهای اولیه.
- د- تهیه دستورالعمل های مدون ایمنی.

کلروفرم:

کلروفرم ماده سرطانزاست و سمیت تنفسی کلروفرم زیاد و سمیت پوستی آن کم است. علائم مسمومیت با کلروفرم: تهوع، سرگیجه، خواب آلودگی، کاهش سطح هوشیاری می باشد.

احتیاطهای لازم و کمکهای اولیه

- در صورت پاشیدن، به چشم، چشم را با آب فراوان به مدت حداقل ۱۵ دقیقه شستشو دهید.
- در صورت آغشته شدن پوست فوراً آن را با آب و صابون بشوئید. اگر لباس به کلروفرم آغشته باشد آنرا عوض کنید.
- در صورت بروز علائم مسمومیت با کلروفرم که معمولاً به سبب تنفس آن پدید می آید فرد را فوراً به هوای آزاد رسانده در صورت اشکال تنفسی کمکهای اولیه را اجرا نمایید.
- در مواردی که مقداری کلروفرم بطور اتفاقی خورده شود باید فرد آسیب دیده را در صورتی که کاملاً هوشیار باشد وادار به استفراغ کرد.

موارد نشت ماده در محیط آزمایشگاه یا ریختن اتفاقی ماده به مقدار زیاد افراد باید محوطه اطراف را به سرعت ترک کنند و تهویه مناسب برقرار شود. افرادی که مسئول تمیز کردن ماده هستند حتماً باید ماسک تنفسی و پوشش مناسب داشته باشند.

گوانیدین تیوسیانات:

این ماده در تماس با اسیدها، عوامل اکسید کننده و گرما، گاز بسیار سمی سیانید هیدروژن را آزاد می نماید. گرد گوانیدین تیوسیانات به مخاط تنفسی و چشم آسیب می رسانند.

- برای وزن کردن و کار با گرد ماده، زیر هود با پوشیدن دستکش و ماسک کار شود.
- هرگز محول گوانیدین تیوسیانات با محلولهای اسیدی مخلوط نشود.
- جهت دور ریختن محلولهای واجد گوانیدین، با سود غلیظ مخلوط شوند.
- ماده دیگری به نام گوانیدین هیدروکلراید نیز وجود دارد که کاربرد و خطراتی مشابه با ماده گوانیدین تیوسیانات دارد.

احتیاطهای لازم و کمکهای اولیه

- هنگام تماس اتفاقی با پوست یا چشم با مقدار فراوان آب حداقل به مدت ۱۵ دقیقه شستشو شود.
- در صورت استنشاق اتفاقی پودر یا گاز متصاعد شده از محلولهای حاوی تیوسیانات، فرد را فوراً به هوای آزاد برسانید.
- در صورت بلع اتفاقی ماده، فرد آسیب دیده را وادار به استفراغ کنید.
- فرد آسیب دیده را فوراً به مرکز فوریتهای پزشکی رسانیده و مسئول آزمایشگاه را در جریان بگذارید.

اکریل آمید:

این ماده بشدت نوروکسین است و از راه پوست و تنفس بسرعت جذب می شود. اکریل آمید بر تولید مثل اثر سوء دارد و ممکن است سبب بروز ناهنجاریهایی در جنین شود. همچنین امکان دارد سرطانزا باشد. علائم مسمومیت با اکریل آمید عبارتند از: منگی و گیجی، سوزن سوزن شدن، ضعف، عدم تعامل در راه رفتن، اختلال تکلم و لرز.

احتیاطهای لازم و کمکهای اولیه

- برای محلول سازی و توزین پودر اکریل آمید حتماً زیر هود شیمیایی با استفاده از دستکش و ماسک کار شود.
- در صورت تماس محلول یا پودر اکریل آمید با پوست محل تماس را با آب فراوان و صابون به مدت ۱۵ دقیقه شستشو دهید.
- مسئول ایمنی را در جریان قرار دهید.
- هنگام کار با محلول اکریل آمید حتماً دستکش لاتکس بپوشید. بهتر است دستکش بصورت دو لایه استفاده شود.
- در صورت خورده شدن اتفاقی محلول اکریل آمید فرد آسیب دیده را در صورتی که هشیار باشد وادار به استفراغ کنید و در اسرع وقت به مرکز فوریتهای پزشکی برسانید.
- در صورت تنفس ذرات اکریل آمید فرد آسیب دیده را به فضای آزاد برسانید و فرد را به مرکز فوریتهای پزشکی انتقال دهید.
- هنگام ریختن ژل محل کار خود را روزنامه یا لایه جذب کننده (مانند دستمال کاغذی) بپوشانید.
- گیره ها، شیشه ها و spacer های ژل را بعد از استفاده کاملاً بشوئید.
- ژل غیر قابل استفاده را بعد از بستن کامل، با استفاده از دستکش در کیسه ای جداگانه قرار داده و بعد دور بریزید (اکریل آمید بصورت ژل کاملاً بسته شده اثر سمی کمتری دارد). بهتر است بجای پودر اکریل آمید محلولهای آماده خریداری و مصرف شوند.

مرکاپتواتانل:

این ماده سمی بوده و از راه تنفس و پوست جذب می شود. علائم مسمومیت ناشی از مرکاپتواتانل عبارتند از: حالت گیجی، لرز، گرفتگی گلو، سر درد، تهوع و استفراغ.

احتیاطهای لازم و کمکهای اولیه

- در صورت آلودگی چشم یا پوست محل را ۱۵ دقیقه با آب فراوان شستشو دهید.
- هنگام بروز مسمومیت از راه تنفس فرد را به هوای آزاد انتقال دهید و به مسئول ایمنی اطلاع دهید.
- زیر هود شیمیایی و با استفاده از دستکش و عینک محافظ با ۲- مرکاپتواتانل کار کنید.

اتیديوم بروماید:

این ماده موتاژن و سرطانزاست. از طریق پوست، چشم و دستگاه تنفسی می تواند نفوذ کند.

احتیاطهای لازم و کمکهای اولیه

- هنگام کار با اتیديوم بروماید از دستکشهای پلاستیکی و عینکهای محافظ و ماسک استفاده کرد.
- توزین اتیديوم بروماید حتماً باید در مکان بسته بدون جریان شدید هوا با استفاده از ماسک و دستکش دو لایه انجام شود.
- زباله های آلوده به اتیديوم بروماید، بافرها و ژلهای آلوده به طور مجزا دفع شود.
- دستکش و سایر لوازم آلوده به اتیديوم بروماید را هرگز از اتاق UV خارج نکنید.

- در صورتی که لباس یا پوت به اتیدیوم بروماید آغشته شود باید فوراً لباس آلوده را از تن خارج کرد و پوست را با مقدار فراوان آب و صابون شستشو داد.

- در صورت آلوده شدن چشم باید آن را با آب فراوان به مدت حداقل ۱۵ دقیقه شستشو داد.

- در صورت بروز هر حادثه ای در حین کار با اتیدیوم بروماید مسئول ایمنی یا مسئول آزمایشگاه را در جریان قرار دهید.

فنل:

فنل ماده ای سمی و فرار است که از راه پوست و استنشاق بخارات آن وارد بدن می شود.

فنل به شدت سوزاننده است. سوختگی های ناشی از فنل به سبب خاصیت بی حس کنندگی موضعی، علیرغم وسعت آسیب و عمق سوختگی ممکن است درد چندانی نداشته باشند فنل و بخارات آن آتش گیر است. علائم مسمومیت با فنل عبارتست از: درد شکم، سرگیجه، سردرد، تهوع و استفراغ، تپش قلب و سرانجام کما و مرگ. در صورتی که فنل روی پوست بریزد، سوختگی های شدید بدون درد ایجاد می کند. مناطقی که فنل به آنها رسیده باشد، رنگ پریده می شوند. سوختگی ۲۵٪ از سطح بدن با فنل می تواند کشنده باشد.

احتیاطهای لازم و کمکهای اولیه

- فردی را که با بخار فنل مسموم شده باشد فوراً باید از محل دور کرد و به فضای آزاد رسانید تا به راحتی تنفس کنند در صورت نیاز تنفس مصنوعی انجام بگیرد.

- در صورت ریختن اتفاقی فنل لباس آلوده به فنل باید فوراً از تن خارج شده و محل تماس با مقدار زیاد آب شستشو داده شود.

شستشو باید آنقدر ادامه یابد تا رنگ پوست محل آسیب دیده از حالت رنگ پریده به صورتی کم رنگ تغییر رنگ دهد.

- در صورت پاشیدن اتفاقی فنل به چشم باید چشم فرد آسیب دیده با جریان مداوم آب حداقل به مدت ۲۰ دقیقه شستشو شود و فرد آسیب دیده پس از شستشوی چشم باید به چشم پزشک مراجعه نماید.

- نکته مهم اینکه در صورت بروز هر کدام از موارد فوق پس از اقدام اولیه فرد آسیب دیده باید به مرکز فوریتهای پزشکی منتقل شود.

نکات عملی کار با فنل در آزمایشگاه

- بدلیل انتشار بخارات سمی فنل در هوا، عمل اشباع و موازنه کردن این ماده و نیز استفاده از آن برای استخراج DNA یا RNA حتماً باید زیر هود شیمیایی با تهویه مناسب انجام بگیرد.

- هنگام کار با این ماده حتی الامکان از روپوش آزمایشگاه و دستکش محافظ (حداقل لاتکس) و در صورت امکان از عینک محافظ، پیش بند و کفش های پوشیده استفاده شود.

- هنگام کار با فنل باید از هر نوع منبع اشتعال دور باشیم.

- جهت رفع آلودگی فنل از هوای محیط کار باید با حوله مرطوب (برای جلوگیری از ایجاد جرقه) هوای آغشته به فنل را از فضا بیرون کنیم.

- برای به حداقل رساندن میزان آلودگی در محیط کار، بهتر است که مقادیر کم این محلول از تیوپها به ظرف مخصوص پسمان فنل تخلیه نشود بلکه لوله پلاستیکی (تیوپ) یا شیشه محتوی فنل به داخل ظرف انداخته شود.

در صورت آلودگی محیط کار (سطح میز یا زمین) با محلول فنل باید:

۱- هر نوع منبع اشتعال را از محیط دور کرد.

۲- فضای آلوده را هر چه سریعتر تهویه نمود.

۳- جهت خنثی کردن فنل از آهک خشک و یا جوش شیرین (محلولهای قلیایی ضعیف) استفاده نمود.

۴- چون فنل بسیار در آب محلول است، می توان سطح آلوده را با مقدار فراوان آب شستشو داد.

از نکات قابل توجه آنست که در چیدمان مواد شیمیایی در آزمایشگاه باید نهایت دقت بعمل بیاید مثلاً ترکیبات شیمیایی مایع و فرار در زیر هودهای شیمیایی با تهویه مناسب قرار گرفته و در قفسه های عمومی از چیدن ترکیباتی که سریع وارد بر هم کنش با سایر مواد می شوند، کاملاً اجتناب نمود. همچنین قفسه ها حتی المقدور واجد در بوده و هوای آزمایشگاه نیز تهویه مناسب داشته باشد. همچنین پوستره های نشان دهنده علائم هشدار دهنده مواد شیمیایی در مکانهای مناسب و در معرض دید افراد نصب شوند.

همچنین افراد باید جهت دفع مواد شیمیایی بسیار زیان آور و زیان آور آموزش دیده و تجهیزات و امکانات ضروری، در آزمایشگاهها برای این امور اختصاص یابد.

چند نکته ایمنی در کار با مواد شیمیایی

- هیچگاه در آزمایشگاه به تنهایی کار نکنید (مگر با اطلاع سرپرست).
- هیچگاه کیف و وسایل شخصی خود را در محیط آزمایشگاه نگذارید.
- به مقررات و قواعد نگهداری مواد شیمیایی مختلف دقت کنید.
- قبل از شروع کار با مواد به خواص و خطرات آنها آگاه شوید.
- قبل از توزین یا برداشتن یک ماده برچسب ایمنی آن را مطالعه کنید.
- هیچگاه ماده ای را مستقیماً با دست بردارید، ضمناً از وسایلی نظیر اسپاچول استفاده کنید.
- در شکستن و خرد کردن مواد جامد تمرین و دقت کافی بعمل آورید، ممکن است پاشیدن و پرتاب شدن ذرات جامد به صورت شما یا اطراف و خطر انفجار شما را تهدید کند.
- از مزه کردن و چشیدن هر نوع ماده خودداری کنید.
- از برداشتن مایعات با پی پت توسط دهان خودداری کنید.
- از هود و دستکش و گلاوباکس و ماسک برای کار با مواد خورنده یا سمی استفاده کنید.
- هیچگاه یک حلال یا مایع اشتعال پذیر را روی شعله قرار ندهید.
- هیچگاه اسیدها، قلیاها، مایعات سمی و یا اشتعال پذیر را در دستشویی خالی نکنید.

MSDS چیست؟

MSDS از حروف اول کلمات ، Material (مواد)، Safety، ایمنی Data ، (اطلاعات) و Sheets (برگه یا ورقه)

تشکیل یافته است.و به معنای "برگه اطلاعات ایمنی مواد" می باشدMSDS تا جایی که ممکن است باید ساده و

مختصر باشد و به زبان رسمی کشور استفاده کننده از مواد شیمیایی باشد.

برگه های اطلاعات ایمنی ماده شیمیایی برگه هایی هستند که اطلاعات مورد نیاز برای کار ایمن با مواد شیمیایی خطرناک را فراهم می آورند. معمولاً یک MSDS حاوی اطلاعاتی نظیر خصوصیات ماده، سمیت، واکنش پذیر بودن و احتیاطات لازم در هنگام استفاده به عنوان مثال جداسازی از مواد ناسازگار، روشهای صحیح کار و جابجایی ماده، کمک های اولیه و اقدامات اضطراری، سیستمهای تهویه و وسایل حفاظت فردی لازم می باشد. در سیستم GHS این برگه ها به نام برگه های اطلاعات ایمنی (SDS) نامیده شده و برای هماهنگ نمودن آنها یک فرمت استاندارد همراه با 29 عنوان پیشنهاد گردیده است.



وجود برگه اطلاعات ایمنی در کنار ماده مورد نظر، اطلاعاتی در اختیار مصرف کننده قرار میدهد که مصرف کننده با آگاهی از ماهیت آتی ماده مزبور، قادر خواهد بود از خطرات و ضایعات ناشی از استفاده، جابجایی و انبارش نادرست آن درمان باشد بدین ترتیب که اطلاعات مندرج در MSDS هر ماده ای بیانگر این است که نحوه صحیح استفاده از آن باید چگونه باشد، در چه درجه حرارت و چه نوع محیطی باید نگهدار یشود، در انبارش و جابجایی آنچه نکات ایمنی باید رعایت شود و در صورت بروز خطر نحوه مقابله با عوارض آن ماده چگونه خواهد بود.

جدول ۴- مشخصات یک برگه اطلاعات ایمنی (SDS) با فرمت هماهنگ GHS

ردیف	عنوان
۱	مشخصات سازنده/ فروشنده
۲	مشخصات خطر
۳	اطلاعات ترکیبات و اجزاء تشکیل دهنده
۴	کمک های اولیه
۵	اقدامات آتش نشانی
۶	اقدامات در شرایط اضطراری شامل ریخت و پاش های احتمالی
۷	نگهداری و انبارداری
۸	کنترل تماس و حفاظت فردی
۹	خصوصیات فیزیکوشیمیایی
۱۰	پایداری و واکنش پذیری
۱۱	اطلاعات سم شناسی
۱۲	اطلاعات اکولوژیکی و زیست محیطی
۱۳	نحوه دفع مواد زائد
۱۴	اطلاعات حمل و نقل
۱۵	اطلاعات مقرراتی شامل استانداردها
۱۶	سایر اطلاعات لازم

مراجع و انتشارات مرتبط با ایمنی مواد شیمیایی

مراجع و انتشارات بسیار زیادی در زمینه های مختلف عوامل شیمیایی وجود داشته که آشنایی و استفاده از آنها می تواند در کار ایمن با مواد شیمیایی مؤثر باشد. کارشناسان و مسئولین ایمنی و بهداشتات محیط کار و وظیفه دارند که با آیین نامه ها، دستورالعمل ها و استانداردهای ملی موجود در زمینه مواد شیمیایی و آلاینده های محیط کار آشنایی داشته و آنها را در راستای کار ایمن و مدیریت صحیح مواد شیمیایی بکار گیرند. علاوه بر این آشنایی با مراجع علمی روزآمد و منابع اطلاعاتی معتبر همواره می تواند در جهات بهبود مداوم ایمنی و بهداشت محیط کار راهگشا بوده و باید مد نظر قرار گیرد.

پایگاه های اینترنتی مختلفی نیز وجود دارند که می توانند در یافتن منابع و اطلاعات مورد نیاز و مرتبط با بهداشت حرفه ای و ایمنی مواد شیمیایی مفید باشند. لیست برخی از این پایگاه های اینترنتی در جدول زیر آمده است

جدول ۵. برخی از پایگاه های اینترنتی قابل استفاده در ایمنی شیمیایی

پایگاه اینترنتی – URLs	گروه/سازمان
http://www.acgih.org	ACGIH
http://www.aiha.org	AIHA
http://www.ansi.org	ANSI
http://www.dot.gov	DOT
http://www.epa.org	EPA
http://www.ilo.org	ILO
http://www.who.int/ipcs	IPCS
http://www.iso.ch	ISO
http://www.cdc.gov/niosh	NIOSH
http://www.osha.gov	OSHA

برای درک بهتر نحوه نگارش و استفاده از اطلاعات **MSDS** مواد شیمیایی یکی از راه های دستیابی به این اطلاعات تکمیل و تهیه فرم های مشخص با بیان ساده و قابل دسترس در آزمایشگاه ها می باشد که نمونه ایی از این دستورالعمل که بصورت SOP تهیه گردیده است برای درک بهتر و آشنایی با آن در زیر قرار گرفته است که در آن شما به کمک این اطلاعات درج شده خواهید توانست کلیه اطلاعات مهم و مورد نیاز که در حین و قبل از کار نسبت به آن ماده، اشراف داشته باشید و بصورت کامل در خصوص مواجهه با این ماده چه دستورالعمل های ایمنی را باید رعایت کنید مشخص شده ، بطور کلی کار با این مواد در این دستورالعمل ها گنجانده شده است .

شماره:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی		
صفحه: ۱ از ۷	عنوان: اطلاعات فنی ، حفاظتی و ایمنی ماده شیمیایی استن (MSDS) ACETON	ویرایش: صفر معتبر از تاریخ:	

۱- ماهیت ماده

نام های شیمیایی	استن
نام های مترادف	دی متیل فرمالدئید، دی متیل کتال، کتن پروپان، بتا کتن پروپان، متیل کتن، ۲-پروپان، پیروسیتریک اسید، پیرو ستریک اتر
شماره CAS	
شماره EINECS	
خانواده شیمیایی	آلیفاتیک اشباع شده کتن، آلکانون
وزن مولکولی	۵۸/۰۸
فرمول شیمیایی	C_3-H_6-O

۲-اطلاعات عمومی (علایم حفاظتی)

لوزی خطر	مواد سمی	مواد آتشگیر	مواد محرک	مواد خورنده
		 آتشگیر (F)		
	مضر	خطرناک برای محیط زیست	مواد منفجر شونده	مواد اکسید کننده

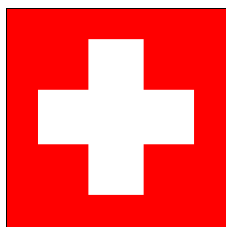
نام، سمت تهیه کننده:	نام، سمت بازنگری کننده:	نام، سمت تصویب کننده:
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:
امضاء:	امضاء:	امضاء:

شماره:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی		
صفحه: ۲ از ۷	ویرایش: صفر معتبر از تاریخ:	عنوان: اطلاعات فنی ، حفاظتی و ایمنی ماده شیمیایی استن (MSDS) ACETON	

۳- هشدار حفاظتی

تماس با چشم	بخارات استن در غلظت های حدود ۵۰۰ ppm سبب تحریکات مختصر می شوند . در غلظت های ۱۰۰۰ ppm تحریکات قابل توجه هستند . استن مایع محرک بسیار شدید برای حیوانات و بعضی از انسانهاست . در ۳ نفر از انسانها گزارش شده است که استن سبب صدمه زدن به قرنیه می شود که پس از ۴۸ ساعت بهبود یافته است . در برخی موارد دما به قرنیه چشم دیده می شود .
تماس با پوست	استن در مطالعات حیوانی و برخی از انسان ها می تواند هم محرک پوست باشد و هم تحریکی ایجاد نکند . تاثیر این ماده بر روی سلامتی از طریق جذب پوستی در پوست های سالم خیلی کم است . در خیلی از گزارش ها در مورد انسان ها که اکثر آنها جوان بودند نشان داده است که در اثر تماس این ماده با پوست آنها ، دچار ناراحتی و ناخوشی شدند .
بلعیدن و خوردن	خوردن این ماده متداول نیست . در بسیاری از مطالعاتی که گزارش شده مشخص شده این ماده اثری ندارد یا تاثیر بسیار مختصری (خواب آلودگی مختصر) بر روی افرادی که روزانه ۲۰ گرم از این ماده را می خورند دارد . در مطالعات بر روی حیوانات مشخص شده است که استن از راه خوراکی سمیت بالایی ندارد . استن می تواند در هنگام خوردن یا استفراغ کردن وارد ریه ها شود .
تنفس	استنشاق غلظت ۲۰۰۰ ppm می تواند سرگیجی، احساس شبیه مستی، خواب آلودگی، حالت تهوع و استفراغ شود. بیهوشی در اثر استنشاق غلظت های بالای این ماده (بیشتر از ۱۰۰۰۰ ppm) ممکن است اتفاق بیفتد. تحریکات غیر قابل تحمل بینی و گلو در اثر استنشاق این غلظت ها ممکن است اتفاق بیفتد . در غلظت خیلی بالا غش کردن ، کما و مرگ روی می دهد .
حریق	شدیدا قابل اشتعال است .
انفجار	-
اثرات زیست محیطی	-

۴- کمک های اولیه

تماس با چشم	سریعا چشم ها آلوده را به صورتی که پلک ها باز است به مدت ۲۰ دقیقه با آب ولرم شسته تا آلودگی بر طرف شود . به پزشک مراجعه نمایید.	
تماس با پوست	تأثیری بر روی سلامتی انتظار نمی رود . اگر تماس پوستی اتفاق افتاد سریعا موضع آلوده را با آب ولرم به مدت ۵ دقیقه شستو دهید تا آلودگی بر طرف شود .	
بلعیدن و خوردن	هرگز به فرد بیهوش چیزی نخورانید، دهان مصدوم را با آب شسته، فرد را وادار به استفراغ نکنید . به فرد مصدوم ۲۴۰ تا ۳۰۰ میلی لیتر آب با املاح معدنی رقیق بخورانید . اگر استفراغ خود به خود اتفاق افتاد فرد را به بغل خوابانده تا جلود راه تنفسی گرفته نشود . سریعا به پزشک مراجعه شود.	
تنفس	اگر علائم نمایان شد منبع آلودگی یا فرد را به هوای آزاد برده ، اگر علائم باقی ماند به پزشک مراجعه نمایید .	
اطلاعات پزشکی	کلیه اقدامات کمک های اولیه می بایست توسط پزشک یا فرد آموزش دیده انجام شود و تحت کنترل باشد .	
نام، سمت تهیه کننده:	نام، سمت بازنگری کننده:	نام، سمت تصویب کننده:
تاریخ:	امضاء:	تاریخ: امضاء:

شماره:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی		
صفحه: ۳ از ۷	ویرایش: صفر	عنوان: اطلاعات فنی ، حفاظتی و ایمنی	
	معتبر از تاریخ: ۹۷/۱۲/۱	ماده شیمیایی استن (MSDS) ACETON	

۵- اطفاء حریق

شدیدا قابل اشتعال است . این ماده در دمای اتاق سریعا می سوزد . همچنین می تواند در محیط های بسته تجمع داشته باشد و خطر سمیت و اشتعال داشته باشد .	خطر آتش گیری	
کربن دی اکسید، پودر خشک شیمیایی، فوم الکل ، فوم پلیمر.	نحوه مناسب اطفاء	
آب برای خاموش کردن این نوع حریق ممکن است موثر نباشد زیرا توانایی خنک کردن این ماده را به زیر نقطه اشتعال ندارد .	سایر توضیحات	

۶- ایمنی و حفاظت شخصی

از دستکش و کفش ایمنی ضد مواد شیمیایی و مقاوم در مقابل این ماده استفاده کنید	حفاظت پوست	
گوگل های ایمن در برابر مواد شیمیایی که نسبت به پاشیده شدن این ماده مقاوم هستند و یا حفاظ صورت (حداقل ۸ اینچ) مورد نیاز است .	حفاظت چشم	
از لباسهای یکسره مقاوم در برابر مواد شیمیایی استفاده شود	حفاظت بدن	
از ماسک های پیشنهادی NIOSH استفاده شود .	حفاظت تنفسی	

۷- ایمنی و احتیاط محیط

محیط آلوده را تا پاک نشدن کامل آن ، محدود نمائید . کلیه منابع مشتعل و محترق را دور کنید . محیط را فقط توسط افراد آموزش دیده پاک نمائید . افراد می بایست کلیه لوازم ایمنی فردی مورد نیاز را استفاده نمایند ، محیط را تهویه کنید .	حفاظت محیط
از داخل شدن این ماده به راه های آبی ، فاضلاب و محیط های بسته خودداری کنید . مواد ریخته شده را با خاک ، شن ، ماسه و سایر موادی که با این واکنش نمی دهند جمع کنید . مایعات ریخته شده را توسط پمپ ضد حریق یا تجهیزات وکیوم کننده جمع کنید و در ظروف مناسب ، در بسته و بر چسب دار بریزید . محیط را با آب شستشو دهید .	نظافت محیط آلوده

۸- طریقه دفع ضایعات مواد و بسته بندی

طبق قوانین محلی ، کشوری و منطقه ایی عمل نمائید .	دفع ضایعات مواد
مواد را در محل های مشخص شده دفن کرده و یا آنها را تحت روش های کنترل شده بسوزانید .	دفع بسته بندی شده

نام، سمت تهیه کننده:	نام، سمت بازنگری کننده:	نام، سمت تصویب کننده:
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:
امضاء:	امضاء:	امضاء:

شماره:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی		
صفحه: ۴ از ۷	ویرایش: صفر	عنوان: اطلاعات فنی ، حفاظتی و ایمنی	
	معتبر از تاریخ: ۹۷/۱۲/۱	ماده شیمیایی استن (MSDS) ACETON	

۹- جابجایی و انبار

	ایمنی و احتیاط جابجایی	این مواد شدیداً قابل احتراق و سمی (برای چشم محرک) هستند. قبل از حمل و نقل کنترل های مهندسی برای اپراتورها و مهیا کردن کلیه لوازم ایمنی فردی مورد نیاز و استفاده از آنها بسیار مهم است و افراد باید آموزش های لازم را دیده باشند.
	شرایط انبار داری	در جای خنک، با تهویه محیطی مناسب و دور از گرما، منابع قابل احتراق و اشعه مستقیم خورشید انبار شوند.
	بسته بندی مناسب	در ظرف مناسب، بسته و دارای برچسب مخصوص قرار دهید.

۱۰- مشخصات فیزیکی و شیمیایی

حالت فیزیکی	مایع
شکل فیزیکی	مایع شفاف و بی رنگ است.
رنگ	بی رنگ و شفاف
بو	بوی نافذ مختصر، مشخص و شیرین، کمی بوی آرماتیک و بوی میوه می دهد.
pH	مشخص نیست. استن اسید بسیار ضعیفی است.
حلالیت در آب	قابل انحلال
حلالیت در حلال های آلی	در اتانول و سایر الکل های با وزن مولکولی پایین، دی اتیل اتر، سایر اترها، بنزن، کلروفرم، اسید های کربوکسیل، دی متیل فرماید، سایر حلال های قطبی و بیشتر روغن ها قابل حل است.
وزن مخصوص / دانسیته	۰/۷۹۱ در ۲۰ درجه سانتیگراد
LEL	۲/۵٪ در ۲۵ درجه سانتی گراد
دمای خود آتشگیری	۴۶۵ درجه سانتیگراد (۸۶۹ درجه فارنهایت)، ۵۴۰-۵۳۸ درجه سانتی گراد (۴/۱۰۰۰ - ۴/۱۰۰۴ درجه فارنهایت)
نقطه اشتعال (F.P)	۱۸- درجه سانتی گراد (۰ درجه فارنهایت)
نقطه ذوب (m.p)	۹۴/۶ درجه سانتی گراد (۱۳۸/۳- درجه فارنهایت) (نقطه انجماد)
نقطه جوش (b.p)	۵۶/۲ درجه سانتی گراد (۱۳۳/۲ درجه فارنهایت) در ۷۶۰ میلیمتر جیوه
فشار بخار	۲۴ تا ۲۴/۷ کیلو پاسکال (۱۸۰ تا ۱۸۵/۳ میلیمتر جیوه در ۲۰ درجه سانتی گراد)
ویسکوزیته	۰/۳۲ Mpa.s در ۲۰ درجه سانتی گراد
سایر اطلاعات	فرار

نام، سمت تهیه کننده:	نام، سمت بازنگری کننده:	نام، سمت تصویب کننده:
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:
امضاء:	امضاء:	امضاء:

شماره:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی		
صفحه: ۵ از ۷	ویرایش: صفر	عنوان: اطلاعات فنی ، حفاظتی و ایمنی	
	معتبر از تاریخ: ۹۷/۱۲/۱	ماده شیمیایی استن ACETON (MSDS)	

۱۱-اطلاعات زیست بوم شناختی

ملاحظه و رعایت عمومی	-	
رفتار در محیط زیست	قابل تبخیر ، زمانیکه وارد خاک می شود قابل جذب است و تنزل بیولوژی دارد .	
قابلیت تجزیه	در اتمسفر استن می تواند سریعاً فتولیز شود و واکنشهای فتوشیمیایی بارادیکال های هیدروکسیل دهد . نیمه عمر این ماده چیزی حدود ۷۹ و ۱۳ روز ژانویه و ماه جون به ترتیب می باشد . بطور کلی میانگین سالانه آن حدود ۲۲ روز است	
اثر روی محیط آبریان	LC50 = 5540mg/L/96H ماهی رنگین کمان 14250ppm/24H مرگ ماهی خورشیدی LC50(96Hr) = 5540mg/L ماهی قزل آلا LC50(96Hr) = 7280-8120mg/L ماهی قنات	
سایر اطلاعات	انتظار نمی رود این ماده در بدن ماهی ها تجمع داشته باشد .	

۱۲- پایداری و برهم کنش ها

پایداری	پایداری معمولی دارد . مواجهه طولانی این ماده با اشعه مستقیم آفتاب سبب تولید متوکسید کربن می شود .
محیط های مورد اجتناب	جرقه ، شعله های باز ، گرما و سایر منابع مشتعل و محترق ، مواجهه طولانی مدت با نور مستقیم خورشید .
مواد ناسازگار	عوامل اکسید کننده قوی (مثل برم ، تری اکسید کروم ، کلرید کروم، اسید نیتریک، اسید سولفوریک و مخلوط های آن ، پر کلرات نیتروسیل یا پرمونوسولفوریک اسید)، قلیاهای قوی، پرکسید هیدروژن ، عوامل کاهنده قوی (فسفر هیداردهای فلزی)، هگزاکلرو ملامین یا تری کلرو ملامین ، حلال های هالوژنه ، قلیاهای مخلوط (کلر فرم یا بروم فرم و پتاسیم هیدروکسید)
خطر ناشی از تجزیه	-
سایر اطلاعات	به بسیاری از پلاستیک ها و لاستیک ها حمله می کند به خصوص آنهایی که دارای رایون هستند .

نام، سمت تهیه کننده:	نام، سمت بازنگری کننده:	نام، سمت تصویب کننده:
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:
امضاء:	امضاء:	امضاء:

شماره:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی		
صفحه: ۶ از ۷	ویرایش: صفر	عنوان: اطلاعات فنی ، حفاظتی و ایمنی	
	معتبر از تاریخ: ۹۷/۱۲/۱	ماده شیمیایی استن (MSDS) ACETON	

۱۲-سم شناسی

LC50(male rat):30000ppm(4-hour exposure);cited as 71000 mg/m3 (4-hour exposure) LC50(male mouse):18600ppm (4-hour exposure);cited as 44000 mg/m3 (4-hour exposure)	مسمومیت تنفسی														
LD50 (oral, female rat):5800 mg/kg LD50 (oral, mature rat):6700 mg/kg (cited as 8.5 mL/Kg) LD50 (oral, newborn rat):1750 mg/kg (cited as 2.2 mL/Kg) LD50 (oral, mouse):3000 mg/kg (32, unconfirmed)	مسمومیت غذایی														
LD50 (dermal, rabbit): High 16000 mg/Kg (cited as 20 mL/Kg)	مسمومیت پوستی														
استن غیر قابل حل محرک شدید چشم خرگوش ها است . ریختن ۰/۰۰۵ میلی لیتر از این ماده در چشم خرگوش ها سبب تحریکات شدید چشمی می شود .	مسمومیت چشمی														
مطالعات قابل شمارش نشان داده که این ماده می تواند بر روی کار آبی سیستم اعصاب مرکزی اثر داشته باشد .	اثرات حاد														
سرطان زائی گروه A4	سایر اطلاعات														
Approx. Cone .: TLV TWA : 500ppm (1188 mgh/m3) TLV STEL : 750ppm (1782 mg/m3)	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>LD 50</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>LC 50</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					LD 50				LC 50					
LD 50															
LC 50															

۱۴-مقررات حمل و نقل

-	حمل و نقل هوایی	
-	حمل و نقل دریایی	
-	حمل و نقل ریلی و جاده ای	
کلاس خطر : ۳- مایع قابل اشتعال گروه بسته بندی : II	سایر اطلاعات	

نام، سمت تهیه کننده:	نام، سمت بازنگری کننده:	نام، سمت تصویب کننده:
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:
امضاء:	امضاء:	امضاء:

شماره:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی		
صفحه: ۷ از ۷	ویرایش: صفر	عنوان: اطلاعات فنی ، حفاظتی و ایمنی	
	معتبر از تاریخ : ۹۷/۱۲/۱	ماده شیمیایی استن (MSDS) ACETON	

۱۵- اطلاعات نظارتی

[F]	نماد های خطر	
[R:11]	نشانه های ریسک R-phrase(S)	
[S:(2-)*9-16-23-33]	نشانه های ایمنی S-phrase(s)	

۱۶- سایر اطلاعات

به عنوان حلال در فرمولاسیون پوشش دهنده سطوح و مواد مربوط به شوینده و تینرها ، همچنین در آکریلیک و الکل های نیترو سلولز و رنگ ها ، به عنوان حلال در مواد دارویی و آرایشی ، حلال چسب ، سیمان ، جوهر پرینتر ، چسب ، واکس ، رزین ، چربی ها ، گریس ، روغن ها ، و مواد رنگی در پروسه های عصاره گیری ، در صنایع بی دود کردن پودر ، بعنوان حلال پاک کننده در صنایع الکتریکی ، بعنوان حمل کننده استیلن در داخل سیلندرها مورد استفاده است از این ماده در صنایع شیمیایی بعنوان ماده میانی در تهیه متیل متاکریلیت ، متاکریلیت اسید ، متیل ایزو بوتیل کتن ، بیس فنل A استفاده می شود . اغلب اوقات در تهیه ترکیباتی مثل آنتی اکسیدان ها ، علف کش ها ، کتن های سنگین ، تغلیظ فرمالدئید ، و دی فنال آمین ، و ویتامین های میانی مورد استفاده است . استن بطور طبیعی در متابولیسم طبیعی بدن و در ارگان های طبیعی و عضلات و بافت ها دیده می شود و خون حاوی مقداری استن است .	کاربرد های ماده
--	-----------------

نام، سمت تهیه کننده:	نام، سمت بازنگری کننده:	نام، سمت تصویب کننده:
تاریخ: امضاء:	تاریخ: امضاء:	تاریخ: امضاء:

اصول دفع مواد زاید و زباله های آزمایشگاهی

زباله های آزمایشگاهی

یکی از مشکلات اساسی برای حفظ محیط زیست و جلوگیری از آلودگی های آزمایشگاهی، مسئله زباله ها می باشد. تمام موادی که از آزمایشگاه خارج می شوند باید عاری از هر گونه خطری برای موجودات زنده و محیط زیست باشند. اهمیت این موضوع آن چنان است که بسیاری از کشورهای پیشرفته قوانین و مقررات ویژه و سختگیرانه ای را برای کنترل و مدیریت زباله های آزمایشگاهی وضع نموده اند. در کشور ما متأسفانه هنوز قوانین مدونی در این خصوص وجود ندارد؛ امید است سازمان های مربوطه هر چه زودتر در این مورد دست به کار شده و با استفاده از قوانین و تجربیات کشورهای پیشرفته و نیز شرایط و مقتضیات کشور، قوانین و مقررات لازم را تدوین نمایند.

تعاریف

بهرتر است برای درک مطالبی که در پی خواهد آمد و پیش از آن که در مورد اصول دفع مواد زاید و زباله های آزمایشگاهی سخنی به میان آید، برخی از تعاریف و اصطلاحات به کار برده شده در این خصوص، ارایه شود:

ضایعات: هر ماده ای که پس از مصرف به دور ریخته شود را ضایعات گویند. ضایعات حاصل فعالیت های زیستی (مثل مدفوع جانوران) و یا فعالیت های مؤسسات و منازل (مانند زباله) هستند.

ضایعات خطرآفرین: هر ماده ای که به تنهایی و یا در ترکیب با مواد دیگر برای سلامت انسان یا محیط زیست و یا هردو تهدید فوری یا بالقوه (اثرات بلند مدت) داشته باشد. این مواد ممکن است قابل اشتعال، قابل انفجار، رآکتیو، خورنده، سمی، سرطان زا، عفونت زا، قابل تجمع، کشنده، ملتهب کننده و یا حساسیت زا باشند. دفع هرگونه ضایعات خطرآفرین در زباله های معمولی اکیداً ممنوع است.

مواد سمی: هر ماده ای که آسیب های زیستی جدی (حتی از طریق تماس جزئی با بدن جانوران) بر جای گذارد.

مواد سرطان زا: این مواد می توانند تومورهای سرطانی را در انسان و یا جانوران ایجاد کنند. مرکز اطلاع رسانی ایمنی مواد یکی از منابع مفید اطلاع رسانی در رابطه با موضوع فوق به شمار می رود.

مواد خورنده: هر ماده ای که باعث فرسایش بافت بدن انسان در هنگام تماس شود. سازمان حفاظت از محیط زیست موادی که دارای خاصیت اسیدی ($pH < 7$) یا قلیایی بالا ($pH > 12/4$) باشند را در طبقه بندی مواد خورنده قرار می دهد.

مواد قابل اشتعال: ماده ای که تحت حرارت و فشار استاندارد، قابلیت ایجاد آتش را از طریق اصطکاک، جذب رطوبت یا دیگر تغییرات شیمیایی خودبه خودی داشته باشد. تبصره: انجمن ملی حفاظت در برابر آتش سوزی (NFPA) مواد قابل اشتعال را به

دو دسته قابل اشتعال (Combustible) و شعله ور (Flammable) تقسیم می‌کند. مواد شعله ور نقطه احتراقی تا ۱۰۰

درجه فارنهایت دارند، اما مواد قابل اشتعال نقطه احتراقی بیش از ۱۰۰ درجه فارنهایت دارند.

مایعات عفونی: ضایعاتی که حاوی عوامل بیماری‌زا و خطرناک هستند و می‌توانند برای جامعه و مردم بیماری‌های لاعلاج به همراه آورند.

ضایعات رادیواکتیوی: این ضایعات شامل انواع مضر از مواد رادیواکتیو جامد، مایع و یا گازی هستند که از خود پرتوهای رادیواکتیوی منتشر می‌کند.

ژن جهت یافته: ماده‌ای که موجب تغییر مولکول‌های DNA یا RNA در سلول‌های بدن می‌گردد.

مواد رآکتیو: هر ماده‌ای که با آب، هوا و دیگر مواد شیمیایی ترکیب و گرما، انرژی و یا گازهای سمی تولید کند (مانند ترکیب ماده سفید کننده با آمونیاک که گازهای سمی تولید می‌کند).

پُرنده ها: ضایعاتی که ممکن است منجر به سوراخ یا جراحت در بدن شوند [مانند سوزن، چاقوی جراحی دولبه (نیشتر)، چاقوی کالبدشکافی (یا اسکالپل) و قطعات شیشه و پلاستیک].

دمای افروزش یا نقطه بحران زا (Flash Point): حداقل دمایی که در آن از یک مایع آتش‌زا یا قابل احتراق بخار متصاعد می‌شود.

انباشت ضایعات: روند حفظ یا ذخیره ضایعات برای آن چه بعداً دفع و انهدام می‌شوند را انباشت ضایعات می‌گویند. سازمان حفاظت از محیط زیست، قوانین و محدودیت‌هایی را در خصوص چگونگی انباشت ضایعات خارج از آزمایشگاه وضع کرده است.

تمرکز بیولوژیکی (زیستی): موادی که به صورت ارگانسیم‌های زنده هستند، در سطح بزرگ تری از آن دسته موادی که در اطراف محیط زیست هستند، جذب و انباشته می‌شوند، در نتیجه ممکن است انباشت این مواد خطرناک‌تر گردد.

مشاور (واسطه): مشاور فردی است که مواد زائد را ارزیابی می‌کند، روش‌های مناسب دفع را تعیین و شرایط دفع مواد را فراهم می‌کند و در نهایت حمل‌کننده ضایعات را نیز استخدام می‌کند. این فرد (مشاور) به طور کلی مسئول مشکلات ناشی از دفع مواد زائد می‌باشد.

آلودگی زدایی یا رفع آلودگی: روشی که آلودگی میکروبی را حذف یا کاهش دهد و سطح ایمنی را در هنگام حمل مواد عفونی افزایش دهد. روش‌های استریلیزه کردن یا زدودن عفونت اغلب برای مرحله آلودگی زدایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ضد عفونی کردن: روشی که طی آن موجودات میکروسکوپی کشته می شوند، اما لزوماً اسپورها و تخم های آن ها از بین نمی روند. مواد میکروب کش شیمیایی معمولاً قابلیت ضد عفونی داشته و برای زدودن عفونت های سطحی (مانند ابزارهای آزمایشگاهی) (به کار می روند. این مواد نباید با پوست یا بافت های بدن تماس پیدا کنند.

استریلیزه کردن: روشی است که تمام موجودات زنده ی میکروسکوپی، غیرمیکروسکوپی، تخم ها و اسپورهای آن ها را به طور مؤثری از بین می برد.

قانون دفع یا انهدام: قانون حذف یا تخفیف (کاهش) هر نوع ضایعات تهدید کننده و غیر تهدید کننده را برای یک دوره زمانی نامحدود، قانون دفع یا انهدام (Disposal) گویند.

کاهش خطر: روش ها، روندها، مراحل فعال و غیر فعالی که منجر به کاهش یا حذف خطر ضایعات می شوند.

کاهش منبع: کاهش منبع روشی است که برای به حداقل رساندن تولید ضایعات از طریق کاهش مقدار ضایعات خطرآفرین به کار می رود.

اصلاح یا درمان کردن (Treatment): مرحله یا روندی که طی آن مواد زاید به مواد غیرعفونی، غیرسمی و در نهایت بدون خطر تبدیل شوند.

طبقه بندی ضایعات آزمایشگاهی

ضایعات آزمایشگاهی به شش گروه زیر تقسیم می شوند:

۱- ضایعات شیمیایی

۲- ضایعات بیولوژیک

۳- ضایعات رادیواکتیو

۴- بُرنده ها

۵- ضایعات بدون خطر

۶- ضایعات ناشناخته

۱- ضایعات شیمیایی

این گروه شامل ضایعات شیمیایی می شوند که تحت قوانین ضایعات خطرناک قرار می گیرند و برای سلامت جانداران و محیط زیست خطرناک هستند. ضایعات شیمیایی خطرناک باید از محل تولید تا زمانی که مورد دفع یا بازیافت قرار می گیرند، تحت نظر باشند. بسیاری از مواد شیمیایی ممکن است با یکدیگر کنش های متقابلی داشته و اثرات زیانباری را به بار آورند؛ به عنوان نمونه در صورتی که اتیل اتر با پرکلریک اسید مخلوط شود ممکن است انفجار شدیدی را باعث شود.

ضایعات این گروه (ضایعات شیمیایی) خود شامل چهار دسته از مواد یعنی مواد قابل اشتعال، خورنده، راکتیو، و سمی هستند. البته ضایعات شیمیایی می توانند همزمان چند ویژگی داشته باشند به عنوان نمونه برخی ضایعات شیمیایی رادیواکتیو درعین حال می توانند قابل اشتعال و خورنده نیز باشند.

ضایعات قابل اشتعال - ضایعات قابل اشتعال مایع، دمای افروزش کم تر از ۶۰ درجه سلسیوس دارند. ضایعات قابل اشتعال غیرمایع نیز از طریق اصطکاک، جذب رطوبت و تغییرات شیمیایی قابلیت آتش زایی دارند. گازهای قابل اشتعال و اکسیدکننده ها نیز از ویژگی احتراق برخوردارند (جدول زیر توجه کنید).

مایعات قابل اشتعال	گازهای قابل اشتعال	اکسیدکننده ها
حلال های آلی مثل استون، الکل ها، تولوئن	هیدروژن و بوتان	نیترات ها، پراکسیدها

جدول : نمونه ای از ضایعات شیمیایی قابل اشتعال

ضایعات خورنده: ضایعات مایع خورنده دارای $pH \geq 12/5$ یا $pH \leq 2$ بوده و توان خوردندگی آهن و فولاد را دارند. در میان ضایعات مایع خورنده می توان به اسیدهای معدنی مثل سولفوریک، کلریدریک و فسفریک اشاره کرد.

ضایعات راکتیو : شامل مواد شیمیایی هستند که بی ثبات بوده و آمادگی تغییر و واکنش به ویژه با آب را دارند. این مواد معمولاً دارای قابلیت انفجار و اشتعال نیز می باشند. ضایعات سولفاته، مثالی از ضایعات راکتیو هستند.

۲- ضایعات بیولوژیک

شامل آن دسته از ضایعاتی می شوند که خطر ایجاد عفونت و بیماری دارند. ضایعات آلوده به میکروارگانیسم ها یا اسپورهای آن ها، لاشه ی حیوانات آزمایشگاهی، زباله های حاصل از آزمایشگاه های پزشکی همگی از دسته ی ضایعات بیولوژیک به شمار می روند.

۳- ضایعات رادیواکتیو

این گروه از ضایعات حاصل مصرف مواد رادیواکتیو هستند. این ضایعات شامل انواع مضر از مواد رادیواکتیو جامد، مایع و یا گازی هستند که از خود پرتوهای رادیواکتیوی منتشر می کند. ضایعات رادیواکتیو به دو نوع سطح بالا و سطح پایین تقسیم می شوند. ضایعات رادیواکتیو سطح بالا مربوط به ضایعات صنعتی در مقادیر بالا (از جمله ضایعات نیروگاه های هسته ای و مراکز تولید کننده ی رادیوداروها در مقیاس وسیع) می باشند در حالی که ضایعات رادیواکتیو سطح پایین مربوط به ضایعات آزمایشگاهی در مقادیر کم است.

۴- بُرنده ها

برنده ها، ضایعاتی هستند که می توانند جراحت ایجاد کنند (مانند سوزن ها، سرنگ ها، تیغ و اسکالپل، خرده شیشه و ...).

۵- ضایعات بدون خطر

تمام انواع دیگر ضایعات آزمایشگاهی که در ۴ نوع بالا نمی گنجد، ضایعات بدون خطر نام دارند. زباله های شهری نمونه ای از ضایعات غیر خطرناک جامد می باشند و فاضلاب نمونه ای از ضایعات مایع و دوده های ناشی از وسایل نقلیه و دخانیات نمونه ای از ضایعات گازی شکل هستند.

۶- ضایعات ناشناخته

ضایعات را نباید بدون آن که به طور کامل و دقیق شناسایی شده باشند، دفع یا بازیافت کرد. ممکن است برچسب ظروف محتوی ضایعات، آسیب دیده، اشتباه شده، ناخوانا و یا گم شده باشد. این دسته از ضایعات را "ضایعات ناشناخته" می نامند و با این برچسب برای مشاور (مسئول امور مربوط به ضایعات آزمایشگاه) ارسال می گردد تا مورد شناسایی قرار گیرند. در ادامه، توضیحات مبسوطی در مورد هر یک از انواع ضایعات ارائه خواهد شد ولی پیش از آن در مورد برنامه ی مدیریت ضایعات مطالبی بیان شده و سپس به شرح انواع ضایعات پرداخته می شود.

بررسی ضایعات

مواد زاید باید به منظور اجتناب از حوادث و دیگر مشکلات غیرقابل پیش بینی، مورد بررسی قرار گیرند. در این خصوص توجه به امنیت و سلامت کارکنان و جامعه باید در اولویت قرار گیرد. این مهم از طریق رعایت اصول ایمنی، مجهز شدن به امکانات پیشگیری (مانند دستکش و ماسک) و آموزش کارکنانی که هر روز (یاگاهی اوقات) با مواد خطرآفرین سروکار دارند، امکان پذیر خواهد شد.

جداسازی ضایعات

اگر ضایعات خطرآفرین با ضایعات بی خطر مخلوط شده باشد، کل آن ضایعات در دسته بندی ضایعات خطرآفرین قرار می گیرند. بنابراین، جمع آوری مجزای این دو ضایعات سبب کاهش هزینه های دفع ضایعات خطرناک (به دلیل کم تر شدن مقدار آن ها) و امکان بازیافت ضایعات بی خطر (مانند روزنامه ها، بطری ها، ورقه های آلومینیوم و ...) می شود. از نظر ایمنی نیز مواد بُرنده و تیز باید در بسته های مقاوم در برابر ضربات، ذخیره و انباشت شوند.

انباشت یا ذخیره سازی ضایعات

از نظر اقتصادی کاهش تعداد انجام مراحل دفع ضایعات به صرفه خواهد بود. بنابراین منطقی به نظر می رسد که در صورت امکان ابتدا ضایعات را برای مدتی ذخیره سازی کرده، و پس از رسیدن مقدار آن ها به حدی که معدوم کردن آن ها به صرفه باشد، آن ها را معدوم کرد. البته بدیهی است که نباید فقط به صرفه ی اقتصادی توجه شود زیرا در برخی موارد خطر انباشت و ذخیره سازی ضایعات بیش از صرفه ی اقتصادی آن است؛ به عنوان نمونه، انباشت برخی مواد رادیواکتیو خطرناک، حتی اگر به مدت کوتاهی باشد، خطرساز است. مکان های ذخیره سازی (انبار) نیز باید به گونه ای طراحی شده باشند که امکان خطر و زیان را به حداقل برسانند.

حمل و جابجایی ضایعات

حمل ضایعات از یک آزمایشگاه باید با مجوز و تصویب و تأیید کامل صورت گیرد. در اسناد مربوط به حمل و نقل ضایعات خطرآفرین، باید چگونگی (وسیله) حمل، مسیر و مسافت تقریبی، زمان دفع مشخص شده باشد.

اصلاح و بازیافت ضایعات

در موارد خاص، بهتر است که ضایعات خطرآفرین در همان محل تولید، مورد اصلاح یا بازیافت قرار گیرند. به عنوان نمونه می توان در همان محل تولید به آلودگی زدایی و استریلیزه کردن ضایعات عفونی، سوزاندن و خنثی (بی اثر) کردن ضایعات شیمیایی پرداخت. در مجموع اگر بتوان تولید ضایعات را در همان محل تولید کاهش داد، هزینه های ذخیره سازی، حمل، و اصلاح و نیز تعهد و مسئولیت تولیدکننده ضایعات کاهش خواهد یافت. به حداقل رساندن ضایعات، بخش اساسی هرگونه برنامه ریزی مدیریت ضایعات به شمار می رود. در جدول زیر به برخی از روش های مدیریتی به حداقل رسانی ضایعات اشاره شده است:

روش	نمونه ها
جداسازی ضایعات	-
کاهش منابع تولید ضایعات	- خرید به مقدار مورد نیاز و قابل کنترل. این روش سبب کاهش هزینه های دفع می شود. - چنان چه امکان داشته باشد بهتر است از مواد کم خطر تر یا بی خطر، به جای مواد خطرناک استفاده شود. به عنوان نمونه در برخی موارد، در آزمایشگاه های بافت شناسی می توان به جای xylene از مواد دیگر استفاده کرد (مانند فرمالین).
بازیافت خارج از محل تولید	- حلال هایی چون xylene، هگزان، الکل ها و ... را می توان دوباره بازیافت و مورد استفاده مجدد قرار داد. فرمالین که یک تثبیت کننده (Fixative) است نیز قابل بازیافت است. - می توان برنامه هایی را برای بازیافت ورقه های آلومینیومی، کاغذ و دیگر ضایعات جامد طراحی کرد.
تغییر در روش ها	- جانشین کردن پاک کننده های بدون کُروم به جای اسید کرومیک. - استفاده از روش های آزمایشی جایگزین به منظور به حداقل رسانی مواد زاید. - جانشین کردن اسپری های کرایوژنیک بی ضرر به جای ازن.
توزیع دوباره	مشخص کردن مواد شیمیایی اضافی و قرار دادن آن ها در دیگر آزمایشگاه هایی که می توانند از آن ها استفاده کنند.

جدول : نمونه هایی از اقدامات به حداقل رسانی ضایعات

دفع و معدوم کردن ضایعات

سه روش اصلی برای دفع ضایعات وجود دارد که شامل تخلیه به فاضلاب، دفن، و سوزاندن می باشد. این سه روش اصلی همراه با روش های فرعی دیگری که برای معدوم کردن ضایعات استفاده می شوند، در بخش های بعدی به تفصیل شرح داده خواهند شد.

تدابیر برخورد با رویدادهای غیر مترقبه

هر آزمایشگاه باید طرحی برای برخورد با رویدادهای غیرمترقبه داشته باشد. در این میان می توان به مواردی چون ریختن مواد خطرناک، آسیب های وارده به کارکنان، اختلال در مکانیسم های دفع و مهار آلودگی و ... اشاره کرد. یکی از شایع ترین رویدادهای غیرمترقبه ای که امکان بروز آن در بسیاری از آزمایشگاه ها وجود دارد، ریختن مواد خطرناک (بیولوژیک، شیمیایی، یا رادیواکتیو) است. در صورت بروز چنین رویدادی، باید اقدامات زیر صورت گیرد:

- تخلیه آزمایشگاه در صورتی که مواد سمی خطرناک یا ارگانسیم دارای قدرت بیماری زاایی زیاد در محیط موجود باشد؛
 - پیش بینی درمان ها و معالجات لازم؛
 - ارزیابی ماهیت و مقدار ماده ای که در محیط ریخته یا پخش شده است؛
 - تجهیز کارکنان به وسایل حفاظتی و ایمنی مناسب برای انجام عملیات آلودگی زدایی؛
 - مراحل آلودگی زدایی، شامل مهار کردن منبع آلودگی، تمیز کردن سطحی محلی که آلودگی در آن جا ریخته شده است، شستشو و دور انداختن یا بازیافت موادی که آلوده شده است. انتخاب ماده گندزدای مناسب و میزان استفاده از آن بستگی به نوع آلودگی و سطح مورد نظر دارد؛
 - شستشوی دست ها و انجام دستورالعمل های بهداشتی مربوطه.
- ممکن است در مکانیسم های دفع و مهار آلودگی اختلالاتی ایجاد شده باشد؛ بنابراین باید اقدامات احتیاطی از قبل پیش بینی شده باشد یعنی در صورتی که به علت نقص دستگاه ها یا مشکلات دیگر، روش های معمول برای دفع و مهار آلودگی غیرقابل استفاده شوند، باید از پیش تدابیری در سطح سازمانی پیش بینی شده باشد. برخی از این اقدامات پیش بینی شده عبارتند از داشتن وسایل و تجهیزات مشابه (همانند اتوکلاو)، هماهنگی با مراکز نزدیک که دارای امکانات دفع و مهار آلودگی هستند و قرارداد با مراکز دفن زباله و زباله سوز.

ضایعات و زباله های شیمیایی

از میان بردن ضایعات شیمیایی شامل چندین مرحله است که عبارتند از:

- بررسی و جداسازی ضایعات شیمیایی؛
- بسته بندی و برچسب گذاری ضایعات شیمیایی؛
- ذخیره سازی و انباشت ضایعات شیمیایی؛
- حمل و جابجایی ضایعات شیمیایی؛
- دفع ضایعات شیمیایی؛

بررسی و جداسازی ضایعات

ضایعات شیمیایی خطرساز نباید با ضایعات شیمیایی بی خطر و زباله های معمولی، ضایعات عفونی و حتی رادیواکتیو مخلوط شوند. به طور کلی، مخلوط کردن ضایعات خطرناک با زباله های بی خطر نمی تواند آن ها را از شمول قانون و مقررات مستثنی کند؛ در عوض، کل مواد مخلوط شده، به عنوان ضایعات خطرناک تلقی شده و مشمول قانون و مقررات می شود. علاوه بر آن، مخلوط کردن مواد شیمیایی با دیگر ضایعات، ممکن است منجر به آتش سوزی، انفجار و یا حتی تولید گازهای سمی شود. ضایعات شیمیایی، در محل تولید باید مورد بررسی و جداسازی قرار گیرند. این مجزا بودن باید در مراحل بعدی (ذخیره سازی، حمل و نقل، و دفع) نیز رعایت شود.

برای بررسی انواع ضایعات شیمیایی خطرناک، استفاده از تجهیزات محافظتی برای افراد ضروری است. کیفیت تجهیزات حفاظت شخصی به عواملی چون میزان خطرناک بودن ضایعات و ویژگی های شیمیایی (مثل قابلیت احتراق و نفوذپذیری) آن ها بستگی خواهد داشت. استفاده از تجهیزات ایمنی به ویژه هنگام انتقال ضایعات بسیار حایز اهمیت است (مثلاً هنگامی که ضایعات به ظرف های باز انتقال می یابند و یا هنگامی که ضایعات با هم ترکیب و مخلوط می شوند). تجهیزات حفاظت شخصی شامل عینک محافظ، ماسک صورت، روپوش ها و دستکش های آزمایشگاهی هستند. برای انتقال ضایعات خطرناک فرار به خارج از ظرف های مخصوص، بهتر است که از ماسک اکسیژن استفاده شود.

بسته بندی و برچسب گذاری ضایعات شیمیایی

احتیاط های لازم برای بسته بندی ضایعات شیمیایی در محل تولید به شرح زیر می باشند:

- جمع آوری ضایعات در ظرفی که مناسب و مطابق با نوع ضایعات باشد (به عنوان نمونه پلاستیک های مقاوم شیمیایی برای حلال ها و ظروف شیشه ای برای اسیدهای معدنی مناسب هستند)؛
- استفاده از برچسب یا نشان "ضایعات خطرآفرین"؛
- اطمینان از محکم بودن بسته بندی ها در تمام حالت های ممکن؛

ذخیره سازی و حمل و نقل ضایعات شیمیایی

ذخیره سازی و حمل و نقل ضایعات شیمیایی باید در بسته بندی های مناسب و رعایت نکات ایمنی انجام شود. دو نوع

بسیار متداول وسایل یا کانتینرهای ذخیره و حمل ضایعات شیمیایی عبارتند از:

- - کارتن ها یا ظروف دفع مواد آزمایشگاهی (Lab pack) ؛
- ظروف مخصوص حلال ها

Lab pack یک ظرف پلاستیکی، مقوایی یا فلزی است که داخل کانتینرهای دیگر جای می گیرد. مواد جاذب نیز به

آن افزوده می شود تا در صورت نشت یا شکستگی ظروف، مواد ریخته شده را جذب نماید. ظروف Lab pack معمولاً با

نام ها یا نشانه های ویژه ای (مانند ضایعات سمی) که نشان دهنده ی نوع ماده ی موجود در آن است، مشخص می

شوند. ضایعات حلال را می توان در ظروف فلزی ذخیره و حمل و نقل کرد. رعایت برخی نکات از جمله نصب یک

سیستم اطفای حریق و کنترل انفجار در محل انباشت ضایعات ضروری است. دیگر روش های احتیاطی توسط انجمن

ملی اطفای حریق (NFPA) طی استانداردهای شماره ۴۰۵ و ۳۰۰ ارایه شده اند. برای مواد شیمیایی فرّار باید دستگاه

تهویه در مکان ذخیره سازی ضایعات نصب شود.



Lab Pak پلاستیکی و مقوایی همراه با مواد مخادب

دفع ضایعات شیمیایی

روش های مختلفی برای دفع ضایعات شیمیایی وجود دارد که اصلی ترین آن ها خنثی سازی، دفع از طریق فاضلاب و سوزاندن است. در این جا، در مورد دو روش خنثی سازی و دفع از طریق فاضلاب توضیحاتی ارائه می شود و در مورد روش سوزاندن، در بخش های مربوط به ضایعات بیولوژیک و رادیواکتیو، توضیحات مبسوطی ارائه خواهد شد.

– خنثی سازی در داخل آزمایشگاه

می توان اسیدهای معدنی زائد را از طریق روش خنثی سازی با هزینه ی کم دفع نمود. روش های خنثی سازی علاوه بر آن که ساده هستند، ایمن و مطمئن نیز می باشند. روش های خنثی سازی و احتیاط های لازم، توسط شورای ملی تحقیقات (آمریکا) تهیه و فهرست بندی شده است. طبق قوانین EPA (Environmental protection agency) یا آژانس حفاظت محیط زیست (آمریکا)، خنثی سازی اولیه جدای از فعالیت های بازیافت هستند گرچه برخی قوانین آن جدی تر و محدودکننده تر است.

– دفع از طریق فاضلاب بهداشتی

دفع ضایعات خطرآفرین شیمیایی از طریق سیستم فاضلاب شهری مجاز نیست مگر با شرایط خاص و در موقعیت های محدود. برای دفع ضایعات شیمیایی از طریق فاضلاب، نوع، مقدار و میزان آلودگی زایی ضایعات باید مورد توجه قرار گیرد. بدیهی است که روش کار باید مطابق با استانداردها باشد. پس از ریختن موادی مانند اسیدهای آلی، استن، اتانل، و تولوئن در داخل فاضلاب، باید حداقل ۳ تا ۴ دقیقه شیر آب را باز گذاشت تا کلیه آثار مواد مزبور از لوله ها پاک و وارد فاضلاب گردد.

ضایعات و زباله های بیولوژیک (ضایعات عفونی)

با توجه به این که بیش تر زباله ها و ضایعات بیولوژیک، از نوع عفونی بوده و دفع و معدوم کردن آن ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است، در این بخش بیش تر بر چگونگی دفع ضایعات عفونی تاکید می شود. بدیهی است که بسیاری از اصول و قوانین مربوط به معدوم کردن ضایعات عفونی، در مورد دیگر ضایعات بیولوژیک نیز قابل استفاده هستند.

زباله های بیولوژیک شامل مواد جامد و مواد مایع هستند. کلیه ضایعات جامد و مایع باید پیش از دور ریختن اتوکلاو شوند تا از انتقال میکروارگانیسم ها و آلودگی محیط جلوگیری شود. جلوگیری از نشت و ریخت و پاش زباله های بیولوژیک از داخل محفظه و کیسه های زباله به خارج بسیار مهم است. کلیه وسایل تیز و برنده مورد استفاده در آزمایشگاه های میکروبی، علاوه بر این که ذاتا جزء ضایعات تیز و برنده محسوب می شوند، به عنوان مواد آلوده بیولوژیک نیز تلقی شده و باید در ظروف مخصوص قرارداده شده و سپس اتوکلاو گردند. استفاده از سیستم کوره ها یک روش ایده آل برای از بین بردن مواد آلوده است. همچنین در مراکزی که با حیوانات آزمایشگاهی کار می کنند، از میان بردن لاشه حیوانات با استفاده از کوره بسیار آسان تر است؛ ولی باید توجه کرد که کوره ها باید بر اساس شرایط مورد پذیرش استانداردهای بین المللی ساخته و به کار گرفته شوند. در برخی موارد به دلیل غیر استاندارد بودن کوره و یا رعایت نکردن اصول، بسیاری از میکروارگانیسم های زنده در خاکستر یا گازهای خروجی از کوره دیده شده اند. به عنوان نمونه، اگر مقدار مواد ریخته شده در کوره بیش از ظرفیت آن باشد، امکان زنده ماندن برخی از آن ها در میان توده های خاکستر وجود دارد. بعضی از آزمایشگاه های بزرگ، بسیاری از مواد آلوده ی خون را در چاه های عمیق سرازیر می کنند ، البته اتوکلاو کردن این زباله ها پیش از ریختن در چاه ضرورت دارد. بدیهی است این روش برای برخی از ضایعات

بیولوژیکی که به دلیل اتوکلاو شدن فاقد میکروب های زنده بوده ولی ممکن است مواد شیمیایی آلوده کنند ی آب های زیرزمینی از خود تولید کنند، توصیه نمی شود. در هر صورت، به دلیل نگرانی های فراوانی که به علت آلودگی های زیست محیطی ایجاد شده است، در برخی از کشورهای جهان مقررات سختگیرانه ای برای استفاده از چاه های دفع آلودگی وضع شده و در بسیاری موارد این کار ممنوع شده است.

تعریف ضایعات عفونی

ضایعات عفونی به طور کلی به ضایعاتی گفته می شود که موجب بروز بیماری های عفونی می شوند. این تعریف به ۴ عامل ضروری زیر نیاز دارد:

۱- وجود پاتوژن ها منجر به بیماری؛

۲- وجود پاتوژن ها منجر به بیماری های مهلک و کشنده؛

۳- روش اصلی ورود عفونت؛

۴- آسیب پذیری میزبان.

مشکلات مربوط به ضایعات به دو دسته تقسیم می شوند:

- **مشکلات بهداشتی**

- **مشکلات زیست محیطی.**

طبقه یا رده مشکلات بهداشتی ، سلامتی کارکنان، حمل کنندگان ضایعات و به طور کلی مردم را تهدید می کند. مشکلات زیست محیطی به آن دسته ضایعات اطلاق می شود که برای محیط زیست تهدیدکننده بوده و باید مقدار آن به حداقل ممکن برسد.

در مقیاس جهانی، تعریف مشخصی برای ضایعات عفونی ارائه نشده است. راهنمای سازمان حفاظت محیط زیست (آمریکا) برای مدیریت بیماری های عفونی (چاپ سال ۱۹۸۶)، شش دسته بندی زیر را ارائه نموده است:

- **عوامل عفونی:** (نمونه های آزمایشگاهی حاصل از آزمایشگاه های پاتولوژی، عوامل عفونی حاصل از پژوهش های کلینیکی و آزمایشگاه های صنعتی، ظروف دفع و ابزارهایی که برای انتقال ضایعات عفونی استفاده می شوند، واکسن های ضعیف و یا دورریخته شده)؛

- **ضایعات پاتولوژیکی:** (دستمال ها، اعضای بدن، مایعات بدن و خون حاصل از جراحی، اتوپسی و بیوپسی)؛

- **فرآورده های خونی:** (خون زاید، سرم، پلاسما و دیگر ترکیبات و اجزای خون)؛

- **وسایل برنده آلوده:** (سوزن ها و سرنگ های آلوده، چاقوی جراحی، پیپت آزمایشگاهی، شیشه شکسته، کاغذها، لام و لامل های مصرفی)؛

- **ضایعات آلوده حیوانی:** (لاشه های آلوده حیوانات، اعضای بدن حیوانات و محل نگهداری آن ها که سرشار از عوامل عفونی می باشد)؛

- **ضایعات متفرقه:** (فضولات، ترشحات و ضایعاتی که عفونت بالایی دارند).

کمیته ایمنی و کنترل عفونت هر مؤسسه، مسئولیت ارائه تعاریف و طبقه بندی ضایعات عفونی را بر عهده داشته، به طوری که تعاریف آن ها با قوانین و مقررات مطابقت داشته باشد. در رابطه با دفع ضایعات عفونی و یا بازیافت آن ها، عوامل خارجی مانند تراکم جمعیت، کیفیت هوا و دسترسی به زمین برای دفن نیز از اهمیت زیادی برخوردار است.

بررسی ضایعات عفونی

نخستین مرحله در برنامه دفع ضایعات عفونی، بررسی آن ها به منظور تعیین روش هایی است که متعاقباً باید انجام پذیرند؛ به عبارت دیگر تا زمانی که ضایعات عفونی مورد بررسی دقیق قرار نگیرند، نمی توان در مورد روش های جداسازی، بسته بندی، حمل و جابجایی، ذخیره سازی، و دفع آن ها برنامه ریزی کرد (زیرا دفع هر نوعی از ضایعات، دستورالعمل های خاص خود را می طلبد). هنگامی که ضایعات عفونی و یا هر نوع مواد زاید را باید مورد بررسی قرار دهید از دستکش و لباس محافظ استفاده کنید. دستکش ها باید در برابر نفوذ آب مقاوم باشند. نباید از دستکش های پلاستیکی نازک مانند دستکش جراحی استفاده کرد. دستکش های از جنس وینیل (نوعی پلاستیک محکم و خم شو) در این مورد مناسب هستند. افرادی که ضایعات عفونی را بررسی می کنند، باید پس از در آوردن دستکش ها، دست هایشان را شسته و ضدعفونی کنند. هنگام بررسی ضایعات عفونی بُرنده و تیز (مثل سوزن، سرنگ و شیشه های آزمایشگاهی) باید از دستکش هایی که در مقابل پارگی مقاوم هستند، استفاده شود.

جداسازی ضایعات عفونی

در هر مؤسسه بهداشتی یا آزمایشگاه، کمیته ایمنی و کنترل ضایعات عفونی باید سیاست و خط مشی را به منظور دسته بندی و جداسازی ضایعات ارائه دهد. این سیاست و خط مشی باید مطابق با قوانین و مقررات استاندارد باشد. بر اساس این سیاست ها، انواع، مقدار و محل تولید ضایعات عفونی باید تعیین شوند. این سیاست ها می توانند از طریق پژوهش ها و تجربیات ادارات و سازمان های وابسته نیز به دست آیند. اجرای برنامه مدیریت ضایعات مستلزم تفکیک و جداسازی ضایعات می باشد تا به این

ترتیب ایمن ترین و با صرفه ترین روش های دفع انتخاب شوند. کانتینرهای ضایعات باید از طریق رنگ ها و نشان گذاری ها مشخص شوند. تفکیک و جداسازی دقیق ضایعات عفونی از ضایعات عمومی تا حد زیادی می تواند هزینه های دفع ضایعات را کاهش دهد. مخازن نگهداری ضایعات باید برای جداسازی ضایعات آلوده از غیر آلوده نشان گذاری شوند. همچنین باید به مواد غیر آلوده توجه شود چرا که می توان برخی از آن ها را دوباره استفاده کرد.

پس از جداسازی ضایعات، ممکن است برای درمان یا بازیافت آن ها، به جداسازی بیش تری نیاز باشد. به عنوان مثال، موادی که از مقادیر آب بالایی برخوردارند و یا متراکم هستند (مثل ضایعات آناتومیکی) ممکن است سوزانده شوند اما مواد آلوده ای که مواد پلاستیکی بیش تری دارند، معمولاً برای زباله سوزی پاتولوژی مناسب نمی باشند.



کیسه و برچسب های دارای نشان خطر زیستی

بسته بندی و برچسب گذاری ضایعات عفونی

ضایعات عفونی باید طوری بسته بندی شوند که کارمندان، کارگران و دیگر افراد درگیر، و در مجموع، جامعه از انتقال بیماری یا جذب عفونت و جراحت حاصل از تماس با ضایعات در امان باشند. ضایعات عفونی باید از نقطه تولید (مبدأ) تا مقصد، تهدیدی برای ایجاد عفونت نداشته باشد. در نتیجه، ظروف محتوی ضایعات عفونی باید به گونه ای باشند که در تمامی مراحل بررسی، جداسازی، ذخیره سازی، حمل و نقل، بازیافت و درمان، و دفع، از استحکام و مقاومت کافی برخوردار باشند. در انتخاب مواد بسته بندی، باید به نوع و مقدار ضایعات، میزان رطوبت، شرایط و روش حمل و مشخصات برچسب توجه شود. باید از بسته های پلی اتیلن یا پلی پروپیلن برای بسته بندی ضایعات عفونی و آلوده استفاده شود. این بسته ها باید از قدرت کششی کافی برخوردار باشند تا نسبت به

فشار و کشش مقاوم باشند. تمام ظروفی که برای جمع آوری و نقل و انتقال ضایعات عفونی مورد استفاده قرار می گیرند باید با نشانه ی "خطر زیستی یا Biohazard" برچسب گذاری شوند. پاکت ها و کیسه های ویژه با اندازه های گوناگون که روی آن ها نشانه ی Biohazard چاپ شده است نیز در بازار وجود دارند که برای جمع آوری و نقل و انتقال ضایعات عفونی مورد استفاده قرار می گیرند. رنگ این پاکت ها و کیسه ها قرمز، نارنجی یا بی رنگ است. رنگ "قرمز" به طور کلی نشان دهنده ضایعات عفونی غیرقابل بازیافت می باشد.

هنگامی که مقادیر زیادی از ضایعات مایع درکار باشند، باید از ظروف (تانک های) ضد آلودگی، با مقاومت زیاد در برابر آسیب ها (مانند سوراخ شدن) استفاده گردد. ضایعات جامد و نیمه جامد در بسته های پلاستیکی بسته بندی می شوند. برای جلوگیری از سرریز شدن ضایعات، همه کانتینرها یا بسته ها باید با دقت هرچه تمام تر بسته شوند. برای پیشگیری از نشت مواد (Leakage) باید تمهیدات لازم را به کار بست. بسته بندی مواد تیز و برنده مستلزم توجه خاص است.

ذخیره یا انباشت ضایعات عفونی

محل ذخیره و انبار ضایعات، موقت (چند ساعته) و یا بلندمدت (چند روزه) هستند. تا جایی که ممکن است باید مدت ذخیره سازی کوتاه باشد. انبارهای موقت برای ضایعات با علامت biohazard مناسب هستند؛ این مکان ها منع آمد و شد داشته و تقریباً نزدیک محل تولید مواد زاید قرار دارند. انبارهای بلندمدت برای ضایعاتی استفاده می شوند که خارج از محل تولید دفع می شوند ، این انبارها نزدیک کوره زباله سوز، محل ضدعفونی و یا بارگیری ضایعات قرار دارند و ورود به آن ها ممنوع می باشند. پس از تخلیه ی ضایعات از انبارها، این انبارها باید با دقت خاصی نظافت شوند. پیشنهاد می شود این انبارها دارای شبکه فاضلاب مناسب باشند. مکان و روش ذخیره سازی ضایعات باید مطابق با استانداردهای زیر باشد:

- بسته های موجود در انبار در معرض هوا و رطوبت نباشند.
- حرارت و طول مدت ذخیره نباید به پوسیدگی یا فساد مواد منجر شود. برای پیشگیری از رشد میکرب ها و ایجاد بوی تعفن، انجماد یا خنک سازی مواد یا انبار ضروری می باشد.
- مکان ذخیره ضایعات نباید نزدیک مناطق تولید مواد غذایی یا دامپروری ها باشد، چرا که می تواند منجر به بروز بیماری عفونی در آن ها و در نهایت انتقال این بیماری ها به انسان شود.
- ورود به انبار ضایعات نباید برای عموم آزاد و آسان باشد.

حمل و نقل ضایعات عفونی

ضایعات باید با گاریهای مسقف، اختصاصی و علامت دار حمل شوند. این گاریها تنها برای حمل وجابجایی ضایعات وموادی که آلوده هستند، اختصاص دارند. گاری ها باید همواره ضدعفونی شوند. مسیر حمل و جابجایی ضایعات باید طراحی شده وطوری باشد که برای ، پرسنل وملاقات کنندگان خطر کم تری داشته باشد. همچنین باید از آسانسورهای اختصاصی غیراز آن چه که مردم استفاده می کنند، برای محل ضایعات و ورود گاریهای مربوطه استفاده شود.

درطی بسته بندی باید روند بررسی، حمل وجابجایی وبارگیری بسته های ضایعات عفونی با انسجام وهماهنگی صورت گیرد . ابزارهای مکانیکی رانباید برای حمل وجابجایی ضایعات استفاده کرد چراکه ممکن است باعث پارگی و آسیب دیدگی بسته های مواد ضایع شوند. ضایعات باید با دست بلند، و بارگیری شوند نه با بیل مکانیکی وغیره. در برخی موارد، بسته بندی دوبله ویا قراردادن کانتینرهای محکم ضروری است.

برای حمل ضایعات به خارج از محل تولید، باید ازقوانین محلی پیروی کرد. ضایعات عفونی که به خارج از محل تولید حمل می شوند باید به درستی بسته بندی ودر کانتینرهای محکم قرار گیرند. این کانتینرها را می توان دفع کرد ویا دربرخی شرایط، مجدداً بازیافت ومورد استفاده قرار داد.

دفع ضایعات عفونی

اصلاح ضایعات عفونی، روندی است که برای کاهش یا حذف توان بالقوه ی ایجاد بیماری توسط ضایعات طراحی می شود. استریلیزه کردن و سوزاندن متداول ترین روش های دفع ضایعات می باشند. از دیگر روش ها می توان به غیرفعال کردن میکرب ها، استریلیزه کردن از طریق گاز و بخار، میکرب زدایی از طریق مواد شیمیایی و استریلیزه کردن از طریق یونیزه کردن، و ... اشاره کرد.

تصمیم گیری درخصوص روش دفع ضایعات عفونی و محل دفع (خارج یا داخل محل تولید ضایعات) بسیار سخت و پیچیده است. از آن جایی که مراحل مدیریت ضایعات می تواند بسیار پرهزینه باشد، لازم است که نیازهای آزمایشگاه، اهداف بلندمدت و گزینه هایی که باید برای روش دفع (یا ترکیبی از روش ها) مطرح شوند، با دقت هرچه تمام تر، بررسی و تجزیه و تحلیل گردند. در این خصوص عوامل زیر را باید در نظر گرفت:

- انواع و مقدار ضایعات تولید شده،
- مهارت و تخصص پرسنل و افرادی که باید با تجهیزات دفع ضایعات کار کنند،

- هزینه های پرسنلی و نگهداری تجهیزات دفع،
- فضا و شرایط ساختاری موسسه یا آزمایشگاه،
- فضای لازم برای سیستم دفع،
- نکات ایمنی،
- مقررات مربوط به ضایعات آلوده و استانداردهای جلوگیری از آلودگی هوا، شبکه فاضلاب و زمینی که برای دفع ضایعات استفاده می شود،
- روش مؤثر و کارا،
- هزینه های مربوطه.

اگر قرار است پیمانکاری برای دفع خارج از محل انتخاب شود، باید این نکته را مورد توجه قرار داد که اولین مسئول و پاسخگو برای ضایعات و محلی که قرار است به آن جا منتقل شوند، چگونگی حمل، و در نهایت کل روش هایی به کار برده شده، همان تولیدکننده یا آزمایشگاهی است که ضایعات را تولید کرده است، نه پیمانکار. برای به حداقل رساندن مشکلات احتمالی ناشی از این تعهد، رعایت نکات زیر الزامی است:

- ۱- اطمینان از پوشش بیمه ای پیمانکار دفع ضایعات و شرکت حمل و نقل و نیز دارا بودن مجوزهای مربوطه؛
- ۲- کنترل و پیگیری سوابق پیمانکار انتخاب شده از دیگر مشتریان؛
- ۳- کنترل دائمی عملکرد پیمانکار (برای بررسی روش های به کار رفته توسط آن و مطابقت این روش ها با دستورالعمل های ابلاغ شده به پیمانکار)؛

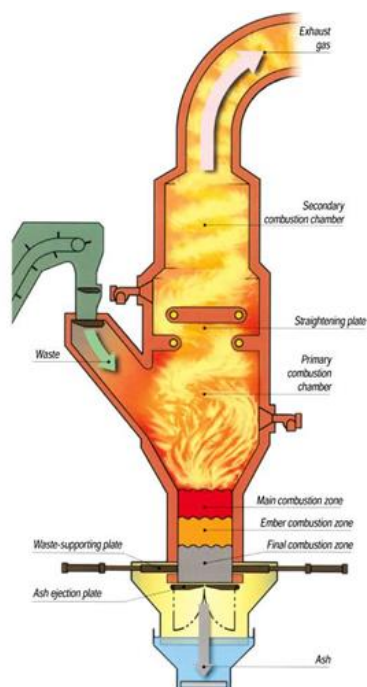
اطمینان از آن که در قرارداد با پیمانکار اطلاعات زیر قید شده باشد:

- موقعیت مکانی و شرایط محل دفع مواد زاید؛
- روش ها، مراحل و دستورالعمل های لازم برای دفع ضایعات،
- الزام پیمانکار به ارائه اظهارنامه ی انهدام و دفع ضایعات به کارفرما.

در زیر به روش های اصلی دفع ضایعات عفونی اشاره می شود:

– زباله سوزی (سوزاندن ضایعات)

- می توان با استفاده از سوزاندن، ضایعات جامد را به خاکستر و گاز تبدیل و وارد اتمسفر کرد. با روش سوزاندن، علاوه بر نابود شدن میکرب ها و ضایعات بیولوژیک، مقدار ضایعات نیز به شدت کاهش می یابد (حداکثر تا ۹۵٪ و به طور متوسط تا ۹۰٪ کاهش). این روش تقریباً برای تمام انواع ضایعات عفونی قابل استفاده است.
- در بسیاری از مراکز بهداشتی، آزمایشگاه ها و بیمارستان ها از زباله سوزهای ویژه استفاده می شود. موفقیت روش زباله سوزی به نوع دستگاه زباله سوز، جداسازی موادی که قرار است سوزانده شوند، و روش اجرا بستگی دارد. استفاده از دستگاه زباله سوز غیر استاندارد باعث خروج گازهای سمی و رها شدن میکروارگانیسم ها یا اسپورهای زنده ی آن ها در هوا می شود.
- استفاده بیش از حد از دستگاه زباله سوز باعث خرابی آن می شود، در نتیجه باید به طور مرتب تعمیر و سرویس شود. ارزیابی دقیق ضایعات تولیدی توسط مؤسسه در تعیین نوع زباله سوز، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. سوزاندن پلاستیک ها و مشتقات آن ها موجب خرابی زود هنگام دستگاه زباله سوز خواهد شد. زیرا برای سوزاندن پلاستیک ها (بدون تولید گازهای خطرناک) دما (از ۱۸۰۰ تا ۲۱۰۰ فارنهایت) و زمان زیادی لازم است. با محدود کردن سوزاندن مشتقات پلاستیکی می توان طول عمر و سلامت دستگاه زباله سوز را افزایش داد. از طریق ارزیابی انواع ضایعات و مقداری که باید سوزانده شود، می توان زمان و دفعات استفاده از کوره زباله سوز را برآورد کرد. نباید اقدامات احتیاطی و پیشگیرانه را فراموش کرد.
- استفاده از زباله سوزهایی که دارای دو محفظه ی احتراق (Double combustion chamber) هستند، بسیار مناسب است. در این نوع زباله سوزها، ضایعات در محفظه ی اول سوخته شده و گازهای ناشی از سوختن آن ها دوباره در محفظه ی دوم سوزانده می شوند تا هیچ گونه آلودگی، دود، بو و یا میکروب زنده ای از دودکش دستگاه خارج نشود.



چگونگی کار کوره های دارای دو محفظه ی احتراق



انواعی از کوره های دارای دو محفظه ی احتراق

– دفع از طریق حرارت با بخار

اتوکلاو کردن در دمای حداقل ۱۱۵ درجه سلسیوس و مدت ۲۰ دقیقه برای آلودگی زدایی بیش تر ضایعات کافی است. برای بسته های پرتراکم ضایعات، بهتر است دما و زمان را به ترتیب به حداقل ۱۲۱ درجه سلسیوس و ۶۰ تا ۹۰ دقیقه افزایش داد.

– دفع با استفاده از گرمای (حرارت) خشک

حرارت خشک بدون بخار روشی است که برای آلودگی زدایی ضایعات عفونی استفاده می شود. در این روش حرارت بسیار بالاست. برای به کارگیری این روش، فرد باید انواع ضایعات را شناسایی کند چرا که رسانایی حرارت به هر نوع از ضایعات متفاوت می باشد. این روش معمولاً برای آلودگی زدایی کاربرد و تأثیر بیش تری دارد تا برای استریلیزه کردن.

– استریلیزه کردن از طریق گاز

در این روش عامل استریلیزه کننده بخار یا گاز یک ماده شیمیایی مانند اکسید اتیلن، استون بتاپروپیل، فرمالدئید، و اسید استیک می باشد. اکسید اتیلن برای استریلیزه کردن مواد حساس به حرارت به کار می رود، اما از آن جایی که هزینه بالایی ندارد، معمولاً برای ضایعات عفونی هم استفاده می شود. نوع ضایعات، نحوه بسته بندی، مقدار بار و شرایط بارگیری در این روش حائز اهمیت می باشند. در این روش، فشار گاز یا بخار باید تحت کنترل باشد. گاز ممکن است برای چشم، پوست، سیستم بویایی و گوارشی خطرآفرین باشد. برای استریلیزه کردن با گاز، بهتر است از قوانین CFR بخش ۱۹۱۰ استفاده شود. این روش برای مواد شیمیایی سمی قابل استفاده نیست.

– ضدعفونی کردن با استفاده از مواد شیمیایی

ضدعفونی کردن با مواد شیمیایی، برای آلودگی زدایی برخی مایعات زاید و یا میکرب های سطحی، روشی مناسب است. اسیدها، آلكالین ها، آلدئیدها، الكل ها، آمونیاك، هالوژن ها، فلزات سنگین، نمك ها، كتون ها، ترکیبات آمونیاکی، ترکیبات فنل دار و پراکسیدهایروژن، مواد شیمیایی هستند که برای ضدعفونی ضایعات مورد استفاده قرار می گیرند. سازمان حفاظت از محیط زیست یا EPA (Environmental protection agency) روش ضدعفونی شیمیایی را مناسب تر از روش استریلیزه کردن می داند. ضایعات غیرقابل جذب و نفوذناپذیر را می توان از طریق مواد شیمیایی،

بهتر و مطمئن تر ضدعفونی کرد. برای ضدعفونی با مواد شیمیایی باید به عواملی همچون نوع آلودگی، درجه آلودگی، وجود مواد پروتئین، نوع و مقدار مواد شیمیایی مورد استفاده، و زمان لازم توجه داشت. به طور کلی، این روش کاربرد محدودی دارد.

– خرد کردن همراه با ضدعفونی شیمیایی ضایعات عفونی

تجهیزات خاصی برای خرد کردن همراه با ضدعفونی شیمیایی ضایعات عفونی وجود دارند. خرد کردن سبب افزایش سطح تماس ضایعات با مواد شیمیایی ضدعفونی کننده شده و بنابراین راندمان ضدعفونی را افزایش می دهد. برای این روش مقدار زیادی کلرین (Chlorine) مورد نیاز است. مواد حاصل از ضدعفونی را می توان در زمین دفن کرد؛ هرچند، ممکن است دفن مواد شیمیایی ضدعفونی کننده یا ورود آن ها به شبکه فاضلاب شهری در تمام کشورها مورد پذیرش نباشد.

– دفع ضایعات بیولوژیک از طریق فاضلاب های بهداشتی

چنان چه مجوزهای استاندارد محلی دریافت شود می توان ضایعات بیولوژیک غیرعفونی، به ویژه ضایعات را از طریق وارد کردن (ریختن) آن ها در فاضلاب های بهداشتی دفع کرد. در این روش باید نکات احتیاطی برای پیشگیری از ترشح مواد را رعایت کرد. پس از ریختن ضایعات در سینک فاضلاب، باید مقادیر قابل ملاحظه ای آب برای شستشوی کامل استفاده شود. برای پیشگیری از خطرات احتمالی باید از لباس محافظ، دستکش و ماسک غیرقابل نفوذ استفاده شود. سینک های مورد استفاده برای دفع ضایعات باید مشخص بوده و از آن ها برای شستشوی معمولی استفاده نشود. ضایعات عفونی میکروبی را نمی توان در فاضلاب شهری دفع کرد؛ این ضایعات پیش از دفع باید به روش هایی مانند سوزاندن یا حرارت دادن و... بی اثر شوند.

– دفع از طریق دفن در زمین

ضایعات آلودگی زدایی شده ممکن است در اعماق زمین دفن شوند. حتی اگر آلودگی زدایی نیز به طور مؤثر انجام نشده باشد، باز هم بسیاری از پاتوژن ها پس از دفن در زمین غیرفعال خواهند شد. در اعماق زمین موادی (مانند نمک ها) وجود دارند که هرگونه پاتوژن و میکروبی را غیرفعال می سازند. زمین سرشار از این مواد است. تا به حال هیچ گزارشی از انتقال بیماری از طریق ضایعات عفونی بر اثر دفع در اعماق زمین گزارش نشده است. با این حال، در بسیاری از کشورها، محدودیت هایی برای دفن ضایعات غیرمیکروبی وضع شده است؛ زیرا امکان آلودگی شیمیایی هنوز وجود دارد.

ضایعات برنده و تیز

وسایل تیز و برنده ممکن است به طور تصادفی موجب پارگی یا سوراخ شدگی پوست شوند و صدماتی را به کارکنان وارد آورند. هر شیء نوک تیزی که به داخل پوست فرو رود، در این دسته بندی قرار می گیرد. این اشیاء ممکن است جزء ضایعات عفونی، جامد یا شیمیایی خطرناک باشند. ضایعات برنده نه تنها شامل سرنگ ها و سوزن ها می باشند بلکه هر ماده یا شیئی که قابلیت شکسته شدن داشته باشد در رده برنده ها جای می گیرد. سوزن ها، سرنگ ها، تیغه های اسکالپل، لانست ها، لوله های آزمایش موئین، پیپت ها و وسایل شیشه ای شکسته، لوله های آزمایش شکسته، پتری دیش شکسته، لام و لامل و ... (صرف نظر از وجود عوامل عفونی موجود در آن) همگی از دسته ی ضایعات برنده و تیز به شمار می روند. استفاده و دفع مواد برنده توسط کارکنان آزمایشگاه ها و حمل کنندگان مواد زاید مستلزم توجه ویژه می باشد. استفاده از مواد تیز و برنده ممکن است موجب بروز عفونت و بیماری های بسیار خطرناک در انسان و حیوانات آزمایشگاهی شود؛ بنابراین وسیله ای برای انتقال میکرب محسوب شده و باید نکات احتیاطی لازم را برای آن ها رعایت نمود. به طور معمول برای بسته بندی شیشه های آسیب پذیر و پلاستیک های شکننده، از جعبه های فایبرگلاس یا پلاستیکی مقاوم استفاده می شود.

سوزن ها و تیغه های جراحی باید در ظروفی (کانتینرهای) که در مقابل آسیب، ترک دار شدن، و گرما مقاوم هستند و نیز برچسب گذاری شده اند، نگهداری می شوند. این ظروف باید در اتاق و ایستگاه های آزمایشگاه ها قابل دسترس و موجود باشند تا اطمینان حاصل شود که در هنگام انتقال و جابجایی ضمن به حداقل رساندن فاصله، نکات ایمنی و بهداشتی هم رعایت می شوند. سوزن ها نباید خم شوند یا در اثر فشار بشکنند، ولی باید روکش لاستیکی داشته باشند. کانتینرها برای حمل و ارسال به محل دفع باید دقیقاً مهر و موم و بسته بندی شوند و همراه با وسایل درون آن ها، پیش از رسیدن به محل دفع نهایی، آلودگی زدایی شوند.

کنترل و تفکیک اشیاء تیز آزمایشگاهی

تمام اشیاء تیز آزمایشگاهی نیز همانند دیگر ضایعات باید از ابتدا تا زمانی که دیگر خطرناک نیستند، تحت کنترل باشند. آن ها را باید از ضایعات دیگر جدا کرد و در محفظه های محکم و مقاوم در مقابل پارگی یا سوراخ شدگی قرار داد زیرا در غیر این صورت امکان آلودگی سایر ضایعات نیز افزایش می یابد. بنابراین با استفاده از این روش، ایمنی بسته بندی و کارکنانی که با این مواد سروکار دارند، افزایش می یابد. این محفظه ها می توانند فلزی، چوبی یا از جنس پلاستیک های محکم باشند. استفاده از محفظه های استیروفوم، کاغذی یا مقوایی توصیه نمی شود. باید تمام وسایل تیز از سایر ضایعات جدا شوند و در محفظه های مخصوص قرار بگیرند.

برپایه مقررات، ضایعات دسته بندی شده باید ضد عفونی و سپس نابود شوند. معمول ترین این روش ها استریل کردن با بخار (اتوکلاو) برای ضد عفونی، و سوزاندن (برای نابودی) هستند. شیوه های قابل قبول دیگری نیز وجود دارد که کم تر شایع هستند، مانند: گندزدایی شیمیایی، غیرفعال کردن حرارتی و پرتو دادن. این فرآیندها را می توان در محل و یا خارج از محل به وسیله یک پیمانکار دفع ضایعات خطرناک انجام داد.

عمل نابودی زمانی انجام می شود که وسایل تیز کاملاً از بین رفته و دیگر قابل تشخیص نباشد. شیوه های نابودی عبارتند از: سوزاندن، خرد کردن، ریزش کردن، ذوب کردن یا پودر کردن. پس از عمل نابودی وسیله تیز مانند سوزن و سرنگ دیگر قابل استفاده نخواهد بود. وسایلی که عملیات ضد عفونی و نابودی روی آن ها انجام گرفته دیگر به عنوان ضایعه به شمار نمی روند.

سوزن ها



هولدر

لوله های Vacutainer ویژه خونگیری همراه با سوزن و هولدر

برای جلوگیری از صدمات ناشی از پارگی یا سوراخ شدگی با سوزن در حین کار، بهتر است موارد احتیاطی زیر را رعایت کنید:

(۱) سوزن ها را در زمان استفاده و یا جابجایی در محفظه های محکم و مقاوم در مقابل سوراخ شدگی قرار دهید. فلبتومیست ها (phlebotomist = افرادی که خون گیری می کنند) باید در حین جابجایی، این محفظه ها را با خود حمل کنند.

(۲) برای قراردادن سوزن ها به داخل غلاف آن ها از دست استفاده نکنید. محفظه های خاصی وجود دارند که امکان برداشتن سوزن را از گیره های وکوتینر (Vacutainer) آسان می کنند و دیگر نیازی به استفاده از دست نیست. سوزن ها، آداپتورها و سرنگ های مخصوصی در دسترس هستند که گاردهای محافظ دارند و موقتاً روی سوزن را پس از استفاده می بندند. سر سوزن های مصرف شده را نباید از سرنگ های یک بار مصرف برداشت. زمانی که نیاز به برداشتن مجدد سوزن از سر سرنگ است، باید از تکنیک خاص که نیاز به استفاده از یک دست دارد، استفاده کرد.

- ۳) سرنگ ها و محفظه های دیگر مانند ویال ها باید پیش از بسته بندی، به دقت خالی شوند.
- ۴) هرگز اقدام به شکستن، بریدن یا خم کردن سوزن ها نکنید. در صورت اقدام به چنین اعمالی، خطر تولید آئروسل (aerosol) عفونی شما را تهدید می کند.
- ۵) تا حد امکان از دست زدن به سوزن ها پرهیز کنید.
- ۶) برای انتقال سوزن های بزرگ و قابل استفاده مجدد (همانند سوزن های عمل بیوپسی و مغز استخوان) از محفظه های مقاوم در مقابل سوراخ شدگی استفاده کنید.
- ۷) سوزن ها را داخل کیسه های biohazard (حاوی مواد خطرناک بیولوژیکی) قرار ندهید مگر این که آن ها را از پیش داخل محفظه های محکم، رسوخ ناپذیر و مقاوم به سوراخ شدگی قرار داده باشید. سوزن ها را با ضایعات دیگر در یک جا دور نریزید.
- البته کوره های ویژه ای برای معدوم کردن و سوزاندن سوزن ها و سرنگ ها نیز وجود دارد که به کارکنان آزمایشگاه کمک می کند که سوزن ها و سرنگ های آلوده را (در مقادیر کم) در همان محل تولید، معدوم کنند. در زیر تصویر یکی از این دستگاه ها ارایه شده است.



وسایلی که برای جداسازی سر سوزن سرنگها بدون تماس دست استفاده می شوند



دستگاهی که برای معدوم کردن و سوزاندن سوزن ها و سرنگ های آلوده استفاده می شود

ضایعات رادیواکتیو

هر نوع ماده جامد، مایع و یا گازی که از خود پرتوهای رادیواکتیوی منتشرکنند، ضایعات رادیواکتیو خوانده می شود. این پرتوها ممکن است از انواع آلفا، بتا، گاما، پرتوی ایکس، نوترون، و دیگر ذرات اتمی باشند. منابع ضایعات رادیواکتیو فعالیت های درمانی، تشخیصی و تحقیقاتی هستند. این ضایعات به شکل های فیزیکی شیشه، پلاستیک، کاغذ، مایعات، جامدات، ادرار، مدفوع، خون، بافت، لاشه های حیوانات، ظروف کشت سلول و گازها. امواج یا پرتوهایی مانند امواج رادیویی و صوتی، پرتوهای فروسرخ، فرا بنفش، لیزر و دیاترمی جزء ضایعات رادیواکتیو به شمار نمی روند. ضایعات رادیواکتیو به دو نوع سطح بالا و سطح پایین تقسیم می شوند. ضایعات رادیواکتیو سطح بالا مربوط به ضایعات صنعتی در مقادیر بالا (از جمله ضایعات نیروگاه های هسته ای و مراکز تولید کننده ی رادیوداروها در مقیاس وسیع) می باشند در حالی که ضایعات رادیواکتیو سطح پایین مربوط به ضایعات آزمایشگاهی در مقادیر کم است. بر اساس قوانین و آیین نامه های موجود، اطلاعات مربوط به نام، نوع فعالیت، شرح ماده زاید رادیواکتیو و نیز روش دفع آن باید ثبت و گزارش شود (صرف نظر از این که آزمایشگاه از چه روشی استفاده می کند). این گزارش ها و اطلاعات حتی پس از از میان رفتن ضایعات نیز باید نگهداری شوند.

مرکز یا دفتر ایمنی پرتوها

تمام افرادی که قصد کار با مواد رادیواکتیو را دارند باید در مرکز ایمنی پرتوها ثبت نام کرده و پیش از شروع کار در

جلسات آموزشی و توجیهی شرکت کنند.

نحوه عمل برای دفع ضایعات رادیواکتیو

دفع ضایعات رادیواکتیو شامل موارد زیر است:

۱- جداسازی، بسته بندی، برچسب زدن، و ذخیره سازی مواد زاید رادیواکتیو

۲- کنترل های فنی

۳- پیش بینی رویدادهای غیرمترقبه

۴- شیوه های دفع ضایعات رادیواکتیو

جداسازی، بسته بندی، برچسب زدن، و ذخیره سازی مواد زاید رادیواکتیو

مواد زاید رادیواکتیو باید از سایر زباله های آزمایشگاه تفکیک و در ظرف های مخصوصی نگهداری شوند. ضایعات مایع باید به مواد

زاید مخلوط یا محلول تقسیم شوند. دستورالعمل های کاربرد مواد رادیواکتیو یا دفع ضایعات آن ها، توسط مأمور ایمنی پرتوهای

اتمی به اطلاع مسئولین آزمایشگاه می رسد. ضایعات رادیواکتیو باید مطابق با این دستورالعمل ها از بین بروند.

معمولاً تمام محفظه هایی که برای نگهداری ضایعات رادیواکتیو بکار می روند، از مرکز ایمنی پرتوهای اتمی در اختیار مؤسسات و

مراکز قرار می گیرند. ظروف پلاستیکی درب بسته و برچسب دار برای ضایعات مایع بکار می روند. در برخی موارد ممکن است از

محفظه های مقوایی که آستر پلاستیکی داشته و در مقابل سوراخ شدگی مقاوم هستند، برای نگهداری ضایعات جامد خشک مانند

کاغذ استفاده گردد. اندازه محفظه ها باید متناسب با فعالیت هایی باشد که در آزمایشگاه صورت می گیرد. ضایعات باید به محل

های ذخیره و نگهداری در خارج از مرکز یا محل های دفع مواد انتقال داده شوند تا میزان قرار گرفتن کارکنان در معرض پرتوها به

حداقل برسد. علائم هشدار دهنده و برچسب هایی که نشانگر وجود مواد رادیواکتیو می باشند، باید در محل های نگهداری، بخش

های کاری، و ظروف محتوی ضایعات رادیواکتیو نصب شوند.

رادیوایزوتوپ های با غلظت بالا نباید با رادیوایزوتوپ های با غلظت های پایین مخلوط شوند زیرا رادیوایزوتوپ های با غلظت

پایین احتمالاً با روش های ارزان تری مانند سیستم های فاضلاب قابل دفع هستند. ایزوتوپ ها باید در صورت امکان با توجه به

معیار نیمه عمر (half-life) از یکدیگر جدا شوند تا با توجه به این زمان بتوان از روش تجزیه در محل ذخیره سازی استفاده کرد.

برای ذخیره سازی مواد زاید رادیواکتیو عملیات زیر باید انجام شود:

- ذخیره سازی مواد زاید در یک محل امن صورت گیرد.
 - تمام ضایعات باید بسته بندی شده باشند.
 - تاریخ جمع آوری و محتویات داخل بسته ها باید با برچسب مشخص شده باشد.
 - کارکنانی که می توانند به اتاق ذخیره ضایعات رادیواکتیو دسترسی داشته باشد، باید آموزش دیده باشند.
- ممکن است مراکز و آزمایشگاه های کوچک دفتر ایمنی پرتوهای اتمی نداشته باشند؛ در چنین مواردی مدیریت آزمایشگاه باید خود مسئولیت سامان دهی و کنترل فعالیت های رادیواکتیو را به عهده بگیرد.

پیش بینی رویدادهای غیر مترقبه

در اوراق راهنمای مراحل دفع ضایعات رادیواکتیو، باید دستورالعمل های ویژه ای برای نحوه عمل در موارد ریختن تصادفی مواد رادیواکتیو در محیط پیش بینی شده باشد. در این اوراق راهنما، با توجه به مقدار ضایعات رادیواکتیو ریخته شده و درجه ی خطر و سمّیت آن ها، دستورالعمل های مربوطه ارائه شده است.

- مقدار کم ریختگی رادیونوکلئیدها با درجهٔ سمّیت کم تا متوسط. اگر مقدار رادیونوکلئیدی که ریخته شده است کم، و درجه سمیت آن نیز کم تا متوسط باشد، اقدامات زیر را باید انجام داد:

- (۱) مورد را به دیگر کارکنان اطلاع داد؛
- (۲) از پخش شدن ماده در محیط جلوگیری کرد. از کاغذهای خشک کن برای پوشاندن محل استفاده کرد؛
- (۳) محل را تمیز کنید. از دستکش یکبار مصرف و انبرک استفاده کنید. کاغذ خشک کن را با دقت تا کرده و محل را خشک کنید. سپس کاغذ را در یک کیسه پلاستیکی قرار داده و آن را در محفظه ضایعات رادیواکتیو بیندازید. همچنین تمام مواد آلوده همانند دستکش ها را نیز در محفظه بیندازید؛
- (۴) محل را بازبینی کنید. دستگاه های مخصوص حمل را بازبینی کنید و همچنین لباس ها و دست ها را نیز از نظر آلودگی کنترل کنید؛
- (۵) مورد را به مرکز ایمنی پرتوها گزارش دهید.

- مقدار زیاد ریختگی یک رادیونوکلئید با درجهٔ سمّیت بالا. اگر مقدار رادیونوکلئیدی که ریخته شده است، زیاد و درجه سمیت آن بالا باشد، اقدامات زیر را باید انجام داد:

(۱) محل را پاک کنید و به تمام کارکنان مورد را اطلاع دهید؛

(۲) از پخش شدن ماده در محل جلوگیری نمایید. کاغذ خشک کن را روی محل قرار دهید اما سعی نکنید آن را تماماً پاک

کنید. از تمام کارکنانی که احتمال می رود آلوده شده باشند، بخواهید نزدیک در ورودی جمع شوند؛

(۳) درب اتاق را ببندید و اجازه داخل شدن فرد دیگری را به داخل اتاق ندهید؛

(۴) فوراً به مرکز ایمنی پرتوها مورد را گزارش دهید و تقاضای کمک کنید.

شیوه های دفع ضایعات رادیواکتیو

هر نوع ماده زاید رادیواکتیو باید مطابق با دستورالعمل های ویژه ای از بین برود. مراکزی که اقدام به کسب مجوز برای دفع مواد

زاید می کنند، باید دستورالعمل های استاندارد مربوط به از میان بردن ضایعات رادیواکتیو را در اختیار داشته باشند. ضایعات

رادیواکتیو پس از جمع آوری با استفاده از روش های مختلفی از بین می روند. این روش ها عبارتند از:

- تجزیه در محل نگهداری؛
- دفع مواد از طریق سیستم فاضلاب ؛
- انتقال به یک شرکت تخصصی برای دفن زباله در یک محل دور؛
- سوزاندن زباله ها؛
- انتشار در جو (اتمسفر).
- انتخاب روش به عوامل متعددی بستگی دارد . این عوامل به شرح زیر می باشند:
- نوع ماده زاید (مایع، گاز، جامد، لاشه های حیوانات، میکروارگانیزم و ...)،
- نوع رادیوایزوتوپ و نیمه عمر آن؛
- قابلیت اشتعال؛
- آیین نامه ها و قوانین دولتی
- در دسترس بودن شرکت های تخصصی مجاز برای نگهداری و دفع ضایعات.

نکته:

روش treatment ممکن است شامل: استریل کردن مواد درجایی که مواد درمحل ذخیره تجزیه می شوند و یا سوزاندن مواد باشد

که در آن محل ها خاکستر حاصل ازسوزاندن مواد رادیواکتیو جمع آوری و از بین می روند.

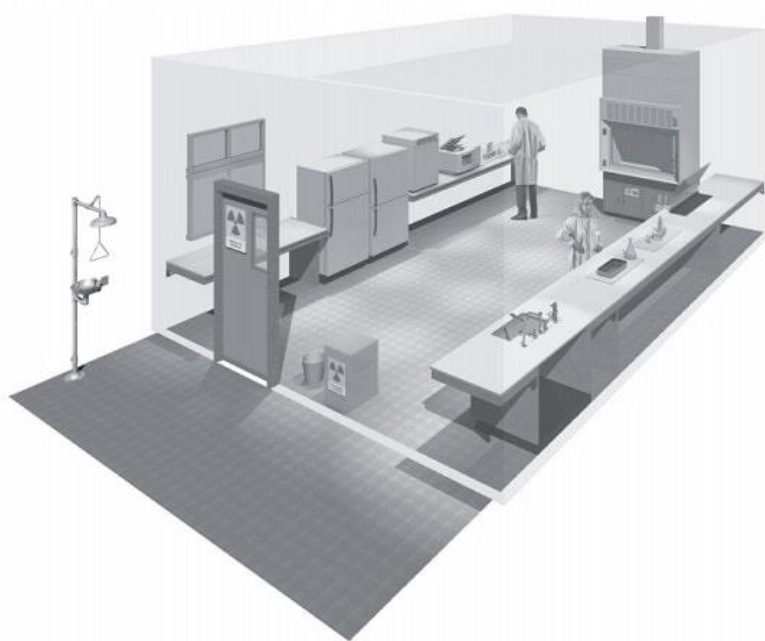
نوع زباله	مسئول جمع آوری	سر نوشت نهایی
ظروف آزمایشگاهی پلاستیکی غیر آلوده	مسئول نظافت عمومی	کوره
لوله های محتوی مایعات بدن (مانند مایع نخاعی، خون و سایر وسایل خونگیری) غیر آلوده	مسئول نظافت عمومی	کوره
دستمال کاغذی (غیر آلوده)	مسئول نظافت عمومی	زباله دانی
بطری های یکبار مصرف، لوله ها و پیپت ها (غیر آلوده)	مسئول نظافت عمومی	کوره
شیشه های شکسته، پیپت ها، و لام ها (غیر آلوده)	مسئول نظافت عمومی	زباله دانی
مواد شیمیایی و خطرناک، وسایل تمیز کردن مواد شیمیایی	کارشناس آزمایشگاه	محل ویژه ی معدوم کردن مواد شیمیایی
مواد شیمیایی غیر خطرناک و باقی مانده معرف هایی که باید دور ریخته شوند (به صورت رقیق و مایع)	—	فاضلاب
کشت های آلوده و پلیت های یکبار مصرف	کارشناس آزمایشگاه	کوره
- محتویات لوله های کشت مایع که دوباره باید شسته شوند، - شیشه آلات	کارشناس آزمایشگاه	پس از اتوکلاو کردن، در فاضلاب
تکه های پنبه، گاز، سواب آلوده به مایعات بدن	مسئول نظافت عمومی	کوره
سوزن و سرنگ غیر آلوده	مسئول نظافت عمومی	کوره
خلط ، مدفوع غیر آلوده	مسئول نظافت عمومی	کوره
ادار غیر آلوده	مسئول نظافت عمومی	فاضلاب
مواد رادیواکتیو مایع و جامد	کارشناس آزمایشگاه	بر اساس دستورات سازمان انرژی اتمی

جدول : راهنمای از بین بردن زباله های آزمایشگاهی

مقررات ایمنی زیستی



مقررات ایمنی زیستی ۱ (Biosafety Level 1) آزمایشگاه پایه



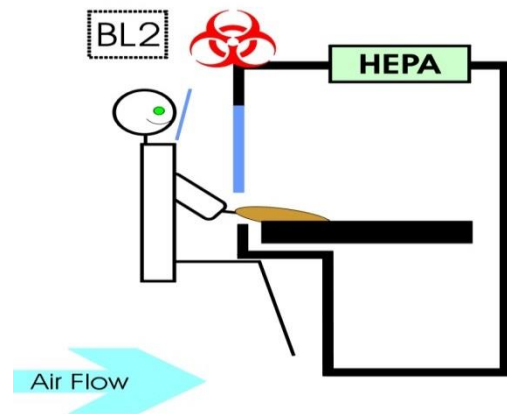
- ایمنی زیستی سطح اول، پایین‌ترین سطح ایمنی برای کار با مواد بیولوژیکی است. در واقع آزمایشگاه‌های دارای این سطح از ایمنی زیستی، برای کارکردن با عوامل و موادی هستند که یا خطری نداشته و یا خطر اندکی برای سلامت انسان بالغ و سالم دارند و بیماری شناخته شده‌ای را در بزرگسالان ایجاد نمی‌کند.
- نکته‌ای که باید بدان توجه داشت آن است که گرچه میکروارگانیسم‌های مورد آزمایش در آزمایشگاه با BSL-1 در انسان بالغ و سالم ایجاد بیماری نمی‌کنند، اما ممکن است عوامل بیماری‌زای فرصت‌طلبی باشند که باعث بیماری در کودکان، سالمندان و افراد دارای نقص در سیستم ایمنی گردند.

الزامات آزمایشگاه‌ها با ایمنی زیستی سطح ۱

- آزمایشگاه‌های قرار گرفته در BSL-1، به منظور کار با میکروارگانیسم‌هایی تجهیز شده‌اند که دارای خطرات بسیار اندک بوده و یا کاملاً بی‌خطر هستند. الزامات و استانداردهای زیر در این دسته از آزمایشگاه‌ها باید رعایت شوند:
- آزمایشگاه از سایر بخش‌های ساختمان جدا شده باشد.
- کارکنان می‌توانند در میز کار باز به کار خود بپردازند و نیازی به استفاده از تجهیزات خاصی نیست.

- کارها با رعایت استانداردها و اصول اولیه ایمنی در آزمایشگاهها مانند استفاده از وسایل حفاظت فردی و اجتناب از مکش مایعات با دهان [۱۰] انجام شود.
- خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن در آزمایشگاه مجاز نیست.
- هودهای ایمنی بیولوژیک برای انجام کار با نمونههای عفونتزا و کارهایی که سبب تولید آئروسول می شوند، مورد استفاده قرار گیرند.
- اتوکلاو و سایر وسایل سترون سازی موجود و در دسترس باشند.
- سینک برای شست و شوی دستها و دوش اضطراری موجود باشد.
- ظروف استاندارد و مکان مناسبی برای پسماندهای آزمایشگاهی در نظر گرفته شده باشد.

مقررات ایمنی زیستی ۲ (Biosafety Level 2):



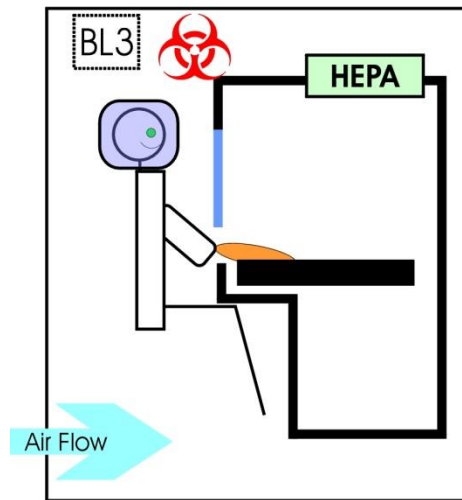
Biosafety Level 2

مقررات ایمنی زیستی ۲

- این نوع از آزمایشگاهها برای کار با عوامل نسبتاً خطرناک طراحی شده است. علاوه بر مقررات سطح ایمنی زیستی ۱
- افرادی که در آزمایشگاه کار می کنند باید نسبت به نحوه حمل و نقل عوامل پاتوژنیک آموزش ببینند.
 - حضور در آزمایشگاه فقط در مواقع کار باشد.
 - اگر روش کار مورد استفاده همراه با تولید آئروسولهای آلوده باشد، باید در زیر هودهای ایمنی بیولوژی و یا در زیر سایر هودهای فیزیکی کار شود.



مقررات ایمنی زیستی ۳ (Biosafety Level 3):

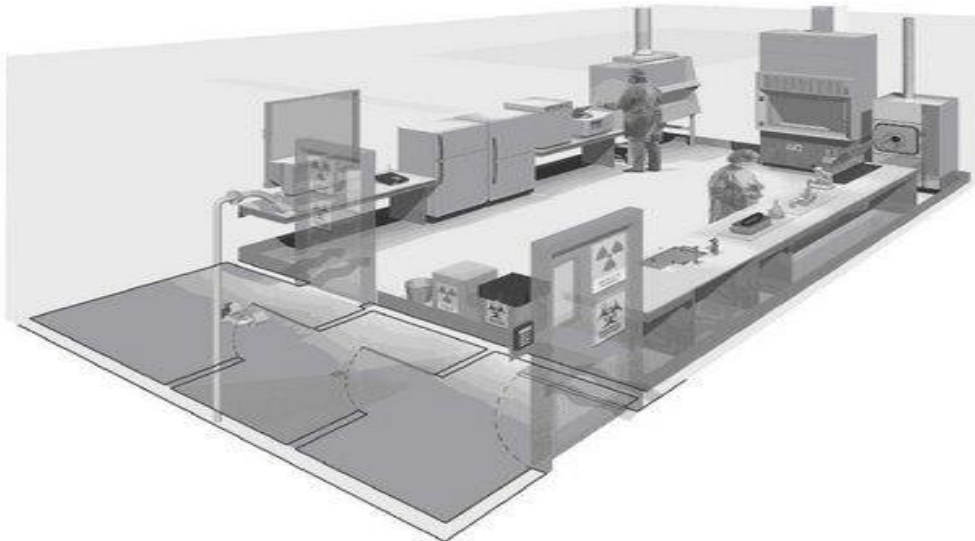


Biosafety Level 3

مقررات ایمنی زیستی ۳ برای آزمایشگاههای پزشکی، تشخیصی، آموزشی، تحقیقاتی یا تولیدی است که در آنها با عوامل بیماریزا خطرناکی که می توانند مرگبار نیز باشند کار می شود. علاوه بر مقررات ایمنی سطوح ۱ و ۲:

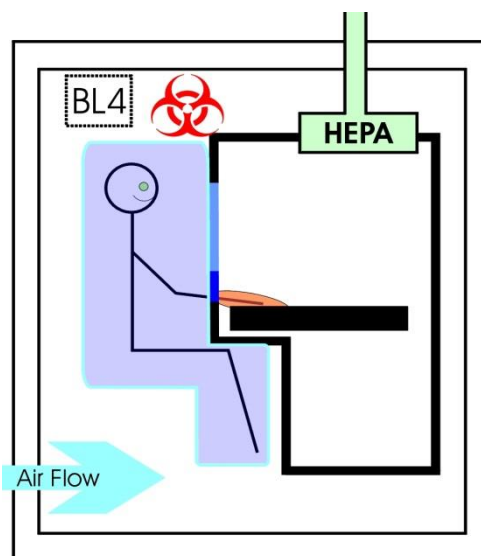
- * کارکنان آزمایشگاه تحت آموزشهای خاصی در زمینه نحوه حمل عوامل بیماری زا و مرگ آور قرار می گیرند.
- * کارکنان آزمایشگاه تحت هدایت فردی که تجربه کار با عوامل خطرناک را دارد کار می کنند.
- * تمام مراحل کار با عوامل آلوده کننده زیر هود انجام می گیرد و افراد باید پوششهای محافظتی مناسب را در حین کار داشته باشند.

آزمایشگاه دارای طراحی خاصی است.



Biosafety Level 3 Laboratory

مقررات ایمنی زیستی ۴ Biosafety Level 4 :



Biosafety Level 4

مقررات ایمنی زیستی ۴ برای آزمایشگاههایی که با عوامل مرگبار نظیر ویروس ایدز و هپاتیت کار می شود وضع شده است. علاوه بر مقررات ایمنی سطوح ۱ و ۲ و ۳:

- کارکنان آزمایشگاه از لباسها و پوششهای خاصی استفاده می کنند.
- جهت آلودگی زدایی از وسایل و مواد از یک اتوکلاو با دو درب که یک درب آن داخل آزمایشگاه و درب دیگر آن در خارج است استفاده می شود. مواد آلوده پس از آلودگی زدایی از درب دیگر خارج می شوند.
- تهویه آزمایشگاه توسط فیلترهای خاصی صورت می گیرد.
- کارکنان آزمایشگاه پیش از خروج جهت آلودگی زدایی با مواد شیمیایی خاصی دوش می گیرد.



• راه های پیشگیری از آلودگی های میکروبی

- حضور در آزمایشگاه فقط در موقع انجام کار و زیر نظر مسئول آزمایشگاه باشد.
- سطوح کار، هر روز یک مرتبه آلودگی زدائی شود.
- تمام پس مانهای مایع یا جامد قبل از دور ریختن، آلودگی زدائی شوند.
- دستگاههای Pipetting مکانیکی استفاده شود. Pipetting با دهان اکیداً ممنوع است.
- خوردن، نوشیدن، سیگار کشیدن و استفاده از هر گونه وسیله آرایشی در محیط ممنوع است. مواد خوراکی فقط در کابینت ها یا یخچالهای مخصوص مواد غذایی که در خارج از آزمایشگاه می باشند، نگهداری شوند.
- افراد باید دستهای خود را پس از حمل مواد و قبل از ترک آزمایشگاه با استفاده از ماده ضدعفونی بشویند.
- باید تلاش زیاد در جهت حداقل تولید آئروسول صورت گیرد.

• الزامات ایمنی

- مواد آلوده ای که جهت آلودگی زدائی به مکان دور از آزمایشگاه برده می شوند، باید در ظروف با دوام قرار گرفته و قبل از خروج از آزمایشگاه، درب آن بسته شود.
- با توجه به اینکه تعدادی از آلودگی ها برای بعضی از افراد معمولاً خطرناک می باشد، ورود افراد به آزمایشگاه و کار آنها در آزمایشگاه با تشخیص مسئول آزمایشگاه می باشد.
- هرگاه عوامل عفونی جهت استفاده در آزمایشگاه نیاز به تدارکات خاصی مانند واکسیناسیون داشته باشد، باید علائم اخطار دهنده بر روی در آزمایشگاه نصب گردد. علائم اخطار دهند باید نوع عفونت، نام مسئول آزمایشگاه، نام فرد استفاده کننده و تجهیزات خاص وارد شده به آزمایشگاه را نشان دهد.
- در هنگام حضور در آزمایشگاه باید روپوش آزمایشگاه و چکمه پوشیده شود. قبل از خروج از آزمایشگاه، پوشاک نامبرده را از تن درآورده و در آزمایشگاه گذاشته شود. در صورت آلودگی، روپوش تمیز پوشیده و پوشاک آلوده، آلوده زدایی شود.
- حیواناتی که در کار پژوهشی در نظر گرفته نشده اند، حق ورود به آزمایشگاه را ندارند.
- باید دقت کافی جهت اجتناب از آلودگی پوستی با مواد عفونی صورت بگیرد. در هنگام حمل و نقل حیوانات آلوده و هنگام تماس پوست با مواد عفونی حتماً از دستکش استفاده کنید.
- تمام پس مانهای آزمایشگاه و حیوانخانه باید قبل از خروج، آلوده زدایی شوند.
- سوزنها و سرنگهای زیر جلدی فقط برای تزریق و خالی کردن مایعات از حیوانات آزمایشگاهی استفاده شود. برای تزریق یا خالی کردن مایعات عفونی از سرنگهای متصل شده به سوزن یا سرنگ یکبار مصرف استفاده شود. باید دقت کافی هنگام استفاده از سرنگ و سوزن صورت گیرد تا از خود تلقیحی اجتناب گردد. نباید سوزن را پس از استفاده خم کرد، شکست یا در غلاف سوزن قرار داد. سوزن و سرنگ باید سریعاً در ظرف مخصوص ظروف تیز و برنده قرار گیرند و آلوده زدایی شوند (ترجیحاً با اتوکلاو).
- ریخته شدن مواد آلوده و سوانج باید سریعاً به مسئول آزمایشگاه گزارش شود. کمکهای اولیه، مراقبت و درمان باید بدون در برداشتن هزینه برای افراد صورت گیرد. گزارش سوانج باید ثبت شده و حداقل برای ۴۰ سال بایگانی گردد.
- افرادی که با مواد عفونت زای انسانی کار می کنند، باید نمونه های سرم آنها جمع آوری و نگهداری شود. هر پنج سال و یا پس از در معرض آلودگی قرار گرفتن نمونه سرم تهیه شود. داشتن حداقل یک تاریخچه پزشکی از کارمندان ضروری است.

هود های شیمیایی



استنشاق یک راه عمده ورود مواد و گازهای شیمیایی به بدن است. گاز و بخار شیمیایی به طور مستقیم می توانند وارد جریان خون ما شوند و ذرات کوچک می توانند در ریه ها قرار گیرند. یک لوله دودکش درست طراحی شده و تعبیه شده دود، بخار، گاز و گرد و غبار خطرناک را کاهش می دهد.

یک هود آزمایشگاهی، مواد رادیواکتیو و گازهای شیمیایی خطرناک را محدود می کند، آن را با مقدار زیادی از هوا رقیق می کند، آن را از طریق یک سیستم خروجی راهنمایی می کند و سپس از طریق دریچه های تعبیه شده جهت خروجی از ساختمان دفع می شود.

همچنین استفاده مناسب و صحیح از شیشه محافظ هود آزمایشگاهی، می تواند سلامت کارمندان را از واکنش و عکس العمل های سریع و آزمایشگاهی محافظت نماید.

برای استفاده بهینه و عملکرد صحیح هود آزمایشگاهی قدم های زیر پیشنهاد می گردد:

- ۱- اولین اقدام در جهت حفاظت در برابر مواد خطرناک و کنترل میزان تماس با آنها استفاده از هودهای آزمایشگاهی است لذا می بایست همواره از میزان مکش آنها اطمینان حاصل شود.
- ۲- دستگاه هود را با استفاده از کلید یا سوئیچ طراحی شده بر روی سطح و پانل خارجی هود روشن نمایید. قبل از کار با هر هود آزمایشگاهی ابتدا آن را به مدت ده تا پانزده دقیقه روشن نگه دارید.
- ۳- سپر ایمنی یا شیشه محافظ طراحی شده در هود بصورت اتوماتیک پایین آمده و یا اینکه بصورت دستی تا محل علامت گذاری شده بر روی دیواره هود پایین بکشید. شیشه محافظ را تا زمانی که مواد شیمیایی داخل هود قرار دارند به بالا نکشید مگر اینکه مواد را از داخل کابین هود خارج نمایید. شیشه محافظ را بین بدن خود و داخل هود نگه دارید. فقط زمانی می توانید شیشه محافظ را پایین تر بکشید که ارتفاع توقف اتوماتیک شیشه بالا باشد و برای تنظیم ارتفاع شیشه را پایین بکشید تا از شما و بدن شما محافظت نماید. این شاید نکته واضحی باشد ولی به یاد داشته باشید که هیچگاه صورت و سر خود را داخل هود نکنید و یا صورت و سر خود را به هود نچسبانید.
- ۴- اگر یک پاشیدن و یا انفجاری به وقوع پیوست سریعاً شیشه محافظ هود را تمیز نمایید و از تمیز شدن تمامی ذرات پاشیده شده مطمئن شوید.

- ۵- توجه به تمامی دستورالعمل ها و استانداردهای ایمنی در هنگام کار با هود آزمایشگاهی بسیاری ضروری است.
- ۶- در فضای زیرین هود، از نگهداری و قرارگیری هرگونه حلال و مواد آزمایشگاهی فرار خودداری نمایید.
- ۷- در هنگام کار لازم است شیشه محافظ جلویی در پائین ترین حالت قرار داشته باشد .
- ۸- بیش از حد به هود نزدیک نشوید بلکه سعی کنید در فاصله ۲۰-۳۰ سانتی متری هود بایستید
- ۹- هیچگاه سر خود را وارد هود نکنید بلکه فقط دستهای شما می بایست در زیر هود قرار داشته باشد .
- ۱۰- در موقعی که از هود استفاده نمی کنید لازم است شیشه جلوی هود را به طور کامل پائین بیاورید .
- ۱۱- پس از انجام آزمایش باقی مانده مواد شیمیایی را از زیر هود تمیز کنید

صفحه گرم کننده (Hot plate)



Hot plate

- این دستگاه یک وسیله الکترونیکی است که استفاده از آن در محدوده دمایی مشخصی مجاز می باشد (۸۰-۱۵۰C) ، بنابراین از تنظیم آن روی دماهای بالاتر از مجاز خودداری کنید زیرا باعث ایجاد آسیب در سیستم الکترونیکی زیر آن می شود.
- برای تنظیم دمای آن از اجسام نوک تیز مثل خودکار و ناخن استفاده نکنید زیرا باعث خراب شدن تکه های حساس می شود.
- برای سرد کردن دستگاه جداً از خیس کردن آن به هر صورت اجتناب نمایید.
- در صورتیکه حجم ماده درون یک ویال زیاد باشد، دمای بالا باعث ایجاد فشار و باز شدن خودبه خودی درب و بیرون پاشیدن محتویات آن می شود. در این موارد یک منفذ خروجی برای آن تعبیه کنید یا حجم کمتری در هر ویال بریزید.



Hot plate

pH متر

pH هر محلول با بدست آوردن لگاریتم غلظت یون هیدرونیوم و تغییر علامت آن بدست می آید.



انواع الکترود

از نظر نوع عملکرد مورد انتظار و ساختمان الکترودها بسیار متنوعند. در جدول زیر نوع کاربرد برخی الکترودها خلاصه شده است:

نوع الکترود

کالومل یا Double Junction
کالومل یا Double Junction
الکترود انتیموان یا HF
الکترود نقره یا Single Junction
Double Junction
Double Junction
الکترود خاک یا Double Junction
حباب شیشه ای Amber یا Ag/AgCl
نوک های نيزه ای، Ag/AgCl

نمونه مورد آزمون

نمونه هایی بیولوژیکی، پروتئینها، Tris بافر
نمونه های دارویی
اسید هیدروفلوریک
آب آشامیدنی
پساب
محلولهای با فلزات سنگین
نمونه های خاک
pH بالاتر از ۹ و یون Na^+ زیاد
نمونه های نیمه جامد

الکترودهای Single Junction کاربردهای عمومی دارند اما الکترودهای Double Junction جهت تعیین pH محلولهای ویسکوز یا محلولهای دارای سولفیدها، فلزات سنگین یا Tris بافر، به کار می روند. الکترود مرجع نقره استفاده های عمومی دارد و گستره دمایی تا 80°C را دربر می گیرد. الکترود کالومل در مواردی که محلولهای مورد آزمون با یونهای نقره واکنش داده و موجب انسداد Junction می شوند کاربرد دارد.

نحوه کالیبراسیون دستگاه pH متر Metrohim (روزانه)

- ۱- دستگاه را روشن نمائید و دکمه (CAL) را فشار دهید.
 - ۲- الکتروود pH - متر را با آب مقطر شسته (شکل) و آب اضافی دور الکتروود را با تماس آرام دستمال کاغذی خشک کنید. مراقب باشید حتی به مدت کوتاه نباید الکتروود کاملاً خشک شود.
 - ۳- الکتروود را درون محلول استاندارد ۱ (PH=7) قرار دهید.
 - ۴- کلید OK را فشار دهید.
 - ۵- بعد از اینکه pH بافر اول با موفقیت انجام شد پیغام Change buffer روی منیتور دستگاه ظاهر می گردد. با زدن دکمه OK آن را تأیید نمائید.
 - ۶- الکتروود را از محلول استاندارد ۱ خارج و با آب مقطر بشویید.
 - ۷- الکتروود را درون محلول استاندارد ۲ (PH=4) قرار دهید.
 - ۸- کلید OK را فشار دهید.
 - ۹- بعد از اینکه pH بافر دوم با موفقیت انجام شد پیغام Change buffer روی منیتور دستگاه ظاهر می گردد. با زدن دکمه OK آن را تأیید نمائید.
 - ۱۰- الکتروود را از محلول استاندارد ۲ خارج و با آب مقطر بشویید.
 - ۱۱- در صورتیکه نتایج کالیبراسیون در محدوده تعریف شده در قسمت Cal.Limits از منوی Parameters باشد پیغام Calibration OK ظاهر می شود. شما می توانید با زدن دکمه OK و یا Quit به ترتیب نتایج را تأیید و یا رد نمائید.
 - ۱۲- دستگاه کالیبره شده و آماده کار می باشد.
- الکتروود را از محلول خارج نموده با آب مقطر بشویید. آب اضافی آن را خشک کرده و الکتروود را در ویال محافظ دستگاه که دارای محلول کلرید پتاسیم اشباع است قرار دهید و درپوش آن را در جای خود محکم نمایید.

موارد ایمنی کار با دستگاه pH متر

- ۱- هیچگاه دستگاه pH-متر را پس از اتمام کار خاموش نکنید.
- ۲- هرگز الکتروود را حتی در حد کمتر از یک دقیقه کاملاً خشک نکنید.
- ۳- بعد از اتمام کار از قرار گرفتن کامل الکتروود در ویال حاوی KCl اشباع مطمئن شوید.
- ۴- در صورت عدم دسترسی به KCl اشباع هرگز الکتروود را در آب مقطر قرار ندهید. در این حالت نخست از محلول استاندارد PH=4 و در درجه بعدی از آب لوله کشی استفاده نمایید.
- ۵- از یکنواخت بودن محلول مورد بررسی اطمینان حاصل نمایید در صورت لزوم از کاغذ صافی برای جدا کردن ذرات معلق بهره بگیرید.
- ۶- از تنظیم pH محلولهای محیط کشت همراه با آگار جامد یا ذوب شده اکیداً خودداری فرمایید.
- ۷- pH های بالاتر از ۱۲ و پایین تر از ۳ دارای خطای قلیایی و اسیدی است در pH های فوق Alarm دستگاه فعال خواهد شد. با شنیدن بوق دستگاه سرعت الکتروود را از محلول خارج ساخته و با آب مقطر بشویید. قبل از اینکه مجدداً الکتروود را در محلول قرار دهید حتماً با کمک NaOH غلیظ و HCl با نرمالیه بالا pH را به محدوده ۱۲-۳ نزدیک نمایید.
- ۸- مشخصات محلول و pH آن را به همراه تاریخ و نام خود در دفتر دستگاه ثبت نمایید.

سیلندر های گاز آزمایشگاهی

طبقه بندی گازها

گازها به روش های مختلفی تقسیم بندی می شوند. در این مطلب گازها بر اساس خطرات و خواص شیمیایی تقسیم بندی شده اند. بر اساس این دسته بندی کاربران می توانند بدانند که سیلندرهای گاز خود را چگونه نگهداری و حمل و نقل کنند.

گازهای سمی:

به گازهایی گفته می شود که سلامت انسان را به خطر بیندازد و یا باعث مرگ آن شود. در تعریف دیگر گازهای سمی دارای مقدار LC50 (مقدار دز معین از ماده، که باعث مرگ حداقل ۵۰٪ از گروه حیوانات مورد تست گردد) هستند. خطرات: باعث مسمومیت و یا مرگ می شوند.



رنگ سیلندر: **رنگ های زرد**

گازهای اشتعال پذیر

به گازهایی گفته می شود که در هوا و در فشار ۱۰۱,۳ کیلو پاسکال بسوزند. خطرات: انفجار و آتش سوزی (در مواردی بدون هیچگونه نیروی اولیه مانند گاز سیلان)



رنگ سیلندر: **رنگ های قرمز**

گازهای اکسید کننده

به گازهایی گفته می شود که هیدروژن ترکیبات را از بین می برند و یا الکترون می پذیرند. خطرات: افزایش شعله



رنگ سیلندر: **رنگ های سیاه، سفید و یا آبی روشن**

گازهای بی خطر:

به گازهایی گفته می شود که نه سمی، نه اشتعال پذیر و نه اکسید کننده هستند. در شرایط معمول تمایلی به انجام واکنش شیمیایی ندارند.



رنگ سیلندر: رنگ های قهوه ای، سبز و یا آبی تیره

نکات ایمنی کار با رگولاتور و سیلندرهاى گاز:

یک گاز تحت فشار به هر ماده یا مخلوطی گفته میشود که دردمای ۲۰ درجه سانتیگراد با فشار مطلق بیشتر درون ظروف مخصوص وارد شده باشد. خطر کاربرد گازهای تحت فشار به مراتب بیش از مواد مایع و جامد است. در صورتیکه شیر خروجی سیلندر شکسته و از آن جدا گردد، مقدار فشار ایجاد شده میتواند سیلندر را مانند یک راکت جنگی به حرکت درآورده و به راحتی از میان دیواره های آجری عبور دهد.

- سیلندرهاى گاز را همواره به حالت ایستاده نگهداری نموده و با کمک زنجیر یا تسمه چرمی و در بالای مرکز ثقل به اشیاء ثابت یا دیوار ببندید.

- از افتادن و برخورد شدید سیلندرهاى گاز و غلتیدن آنها در هنگام نگهداری، حمل و کاربرد پیشگیری نمایید.

- گازهای مختلف را به صورت جداگانه و در محل خاص خود قرارداده و براساس نوع گاز گروه بندی نمائید. به عنوان مثال، گازهای قابل اشتعال را نباید در مجاورت گازهای اکسید کننده قرارداد.

- سیلندرهاى گاز را در محلی خشک، سرد، کاملاً تهویه شونده و دور از مواد قابل اشتعال، شعله، جرقه و دماهای بیش از ۵۲ درجه سانتیگراد قراردادید.

* سیلندر گازهای قابل اشتعال را به وسیله یک جدار مقاوم با ارتفاع ۱۰۵ متر و قابلیت حداقل ۳۰ دقیقه مقاومت در برابر آتش و با فاصله حداقل ۶ متری از سیلندرهاى اکسیژن و یا سایر مواد و گازهای اکسید کننده قراردید!! در این خصوص اکیدا توصیه می شود جهت نگهداری سیلندرهاى گاز در فضاهاى سرپوشیده مانند آزمایشگاهها از کابینت های ایمن ضد آتش Type 90 و یا Type 30 مخصوص نگهداری سیلندرهاى گاز استفاده گردد !!

سیلندرهاى گاز را در برابر شرایط آب و هوایی نامساعد، رطوبت زمین و زنگ زدگی ناشی از آن مصون نگاه دارید.

از قرار دادن سیلندرها در فضاهاى بسته و زیر سطح و مسیرهای خروجی خودداری نمایید.

در هنگام ذخیره سازی و یا انتقال سیلندرها سر پوش روی آن باید به صورت محکم روی آن قرار داده شده باشد.

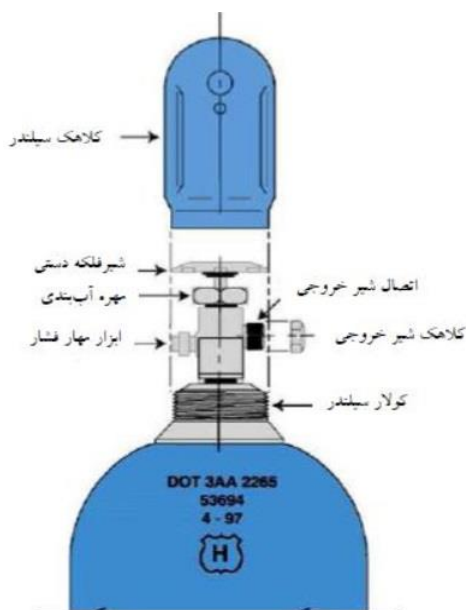
سیلندرهاى خالی را جدا از سیلندرهاى پر نگهداری نموده و همواره مقداری فشار گاز درون آن باقی بگذارید تا از مکش هوا و ورود آلودگی و رطوبت به داخل سیلندر و احتمال انفجار جلوگیری به عمل آید.

کلید سیلندرهاى تحت فشار حاوی گازهای قابل اشتعال و تجهیزات مربوطه بایستی اتصال الکتریکی به زمین داشته باشند.

توجه: از تماس روغن، گریس و سایر مواد سوختنی با سیلندرهاى اکسیژن و سایر گازهای اکسید کننده اکیدا خودداری نمایید.

- برای جابجایی سیلندره‌های بزرگ از گاری مخصوص استفاده نموده و آنها را درحین انتقال به کمک گیره و ابزارهای نگهدارنده تثبیت نمایید.
- هرگز یک سیلندر گاز را با استفاده از سرپوش روی آن بلند نکنید.
- شیرهای خروجی و رگلاتورها (رگولاتورها) بایستی اتصالات متناسب با گاز مورد استفاده را داشته باشند.
- در حد فاصل سیلندر و رگولاتور هرگز از مبدل (Adaptor) استفاده نکنید.
- اتصالات روی سیلندر و رگولاتور نباید خیلی سست و یا بیش از حد سفت شده باشند.
- از نوار تفلون، مواد روان کننده و درزگیر استفاده ننمایید.
- استفاده از اتصالات سالم و استاندارد برای اطمینان از عدم نشت گاز کفایت نموده و وسایل اضافی مانع درزگیری مناسب می شوند.
- هرگز اتصالاتی را که کارخانه سازنده رگولاتور روی آن تعبیه نموده با اتصالات سایر تجهیزات گازی جایگزین ننمایید.
- پس از اتصال رگولاتور به سیلندر گاز، اقدامات زیر را اجراء نمایید:
- پیچ تنظیم رگولاتور را در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت آنقدر بچرخانید تا سست شدن آنرا احساس نمایید.
- پشت سیلندر به گونه ای بایستید که شیر خروجی مقابل چهره شما قرار نداشته باشد.
- هنگام تنظیم رگلاتور / رگولاتور به طور مستقیم به شیشه یا صفحه پلاستیک روی آن نگاه نکنید.
- شیر متصل به سیلندر گاز را به آهستگی باز نمایید تا صدای ناشی از خروج گاز را شنیده و افزایش فشار را در فشارسنج پرفشار مشاهده نمایید.
- شیر خروجی سیلندر را به طور کامل و تا انتها باز نموده و سپس تا یک چهارم حداکثر مقدار باز شدن برگردانید. باز بودن کامل شیر ممکن است موجب سردرگمی افراد در زمینه باز یا بسته بودن آن گردد.
- بسیاری از حوادث ناشی از تلاش افراد برای باز کردن شیر سیلندره‌های گازی قبلاً باز شده با استفاده از آچار می باشد.
- درمورد سیلندره‌های گاز استیلن، به منظور آمادگی جهت بستن سریع شیر خروجی در مواقع اضطراری، آنرا بیش از یک و نیم دور باز ننموده و در صورتیکه قابلیت باز و بسته نمودن آن با دست وجود ندارد، آچارمخصوص اینکار را در هنگام استفاده روی محور چرخنده باقی بگذارید.
- از خطرات گاز مورد استفاده کاملاً آگاهی داشته باشید. علاوه بر خطر ناشی از فشار زیاد گاز، خطرات دیگری نظیر سمیت، خوردگی، اشتعال، خفه کنندگی، اکسید کنندگی و غیره نیز در کمین کاربران بوده و روی طراحی سیستم مورد استفاده موثر است.
- هنگام کار با سیستمهای گازی تحت فشار همواره از ابزارهای محافظ چشم استفاده نمایید.
- هرگز به افراد غیر آموزش دیده، اجازه استفاده از سیلندره‌های گازی تحت فشار را ندهید.
- علایم و برجسبهای نشان دهنده محتوای سیلندر نباید تحت هیچ شرایطی محو شود. سیلندره‌های گازی فاقد علائم و یا دارای علایم و برجسبهای مخدوش و متناقض را نباید مورد استفاده قرار داد.
- مطمئن شوید که محتوای گازی درون سیلندر، متناسب با سیستمی است که شما قصد اتصال به آن را دارید.
- یک سیلندر گازی تحت فشار را هرگز بدون رگلاتور / رگولاتور مناسب مورد استفاده قرار ندهید.
- از رگولاتورهایی استفاده کنید که هم دارای فشارسنجهای پرفشار (فشار ورودی) و هم کم فشار (فشار خروجی) می باشند. این امر امکان تنظیم فشار درون سیستم و سیلندر را فراهم می نماید.

- از ۷۵٪ ظرفیت فشار سنج های ورودی و خروجی رگلاتورهای گاز استفاده نمائید و هرگز از یک فشارسنج در فشارهای بالای ۷۵ درصد حداکثر مقدار قابل مشاهده روی صفحه نمایشگر آن استفاده ننمایید. به عنوان مثال اگر سیستم شما قابلیت رسیدن به فشار ۷۵psi را دارد فشار سنج رگولاتور شما می بایست لااقل قابلیت نمایش ۱۰۰psi را داشته باشد.
- فشارسنج هایی را که نشانگر آنها در هنگام برطرف سازی فشار (تخلیه فشار گاز) به نقطه صفر بر نمی گردند، فوراً تعویض نمایید.
- هر یک از اجزای سیستم تحت فشار که امکان جدا سازی و بستن آنها وجود دارد باید ابزار رهاسازی فشار (Pressure relief device) خاص خود را داشته باشند. اطمینان از صحت و تناسب این تجهیزات برعهده کاربر است.
- در زمان استفاده از کپسول گازهای خطرناک حتماً می بایست خروجی شیر اطمینان رگولاتور (Relief valve) را توسط لوله کشی به فضای بیرونی بی خطر انتقال داده به صورتیکه لوله در قسمت فضای بیرونی به حالت عصبایی خمیده گردد تا از ورود آب به سیستم در زمان بارندگی جلوگیری گردد.
- در مورد گازهای خطرناک، باید گاز رهاسازی شده را از طریق هود و کانال به مکانهای بی خطر انتقال داد.
- در صورت کار با گازهای قابل اشتعال و اکسید کننده و یا زمانی که گازهای پرفشار و کم فشار به مجموعه ای از لوله های معمولی وصل شده اند، باید به منظور پیشگیری از برگشت گاز از شیرهای کنترل استفاده نمود.
- هرگز سیلندر گازی را دوباره پر ننموده و از آن برای ذخیره سازی ماده گازی دیگری استفاده ننمایید.
- اگر گاز به طور تصادفی به درون سیلندر برگشت خورده و یا به داخل آن مکیده شد، سیلندر گاز را علامتگذاری و مراتب را به فروشنده اطلاع دهید.
- به خاطر داشته باشید که به استثنای اکسیژن و هوایی که لااقل ۱۹٪ اکسیژن داشته باشد، کلیه گازها خفه کننده اند.
- قرارگرفتن در معرض هوایی با کمتر از ۱۲ درصد اکسیژن، بدون بروز هرگونه علائم و با سرعت زیاد موجب بیهوشی شخص می گردد.
- خطر همواره در کمین شماست! هرگز به مهارت خود در کار با وسایل پر خطر مغرور نشوید و ضمن رعایت کلیه اصول ایمنی، آمادگی لازم را برای مقابله با حوادث احتمالی داشته باشید.



نگهداری، استفاده و حمل و نقل سیلندرهاى گاز تحت فشار

نگهدارى سيلندرها
در حالت ايستاده

پيشگيري از برخورد
و غلتيدن سيلندرها

نگهدارى گازهاى مختلف
به صورت جداگانه

نگهدارى سيلندرهاى
گاز استيلن در حالت
ايستاده

نگهدارى سيلندرها در
دمای ۵۲ درجه سانتی
گراد

نگهدارى سيلندرها در
محلى خشک، تهويه
شونده و دور از مواد
قابل اشتعال

مصون نگه داشتن
سيلندرهاى گاز
در برابر رطوبت
زمين

چرخ دستی مخصوص حمل سيلندرهاى گاز



نگهداری، استفاده و حمل و نقل سیلندره‌های گاز تحت فشار



اصول کار با سیلندره‌های گازی تحت فشار

اصول کار با سیلندره‌های گازی تحت فشار

خودداری از استفاده از سیلندره‌های گازی تحت فشار بدون رگلاتور مناسب



رگلاتور دو مرحله‌ای و تک مرحله‌ای

اصول کار با سیلندرهاي گازی تحت فشار

خودداری از استفاده افراد آموزش ندیده از سیلندرهاي گازی

عدم محو شدن علائم و برجسب های نشان دهنده محتوای سیلندر

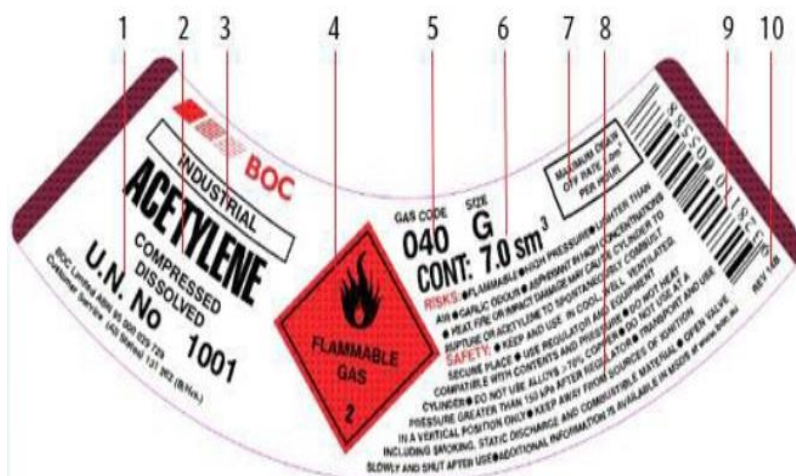
اطمینان از محتوای گاز درون سیلندر

استفاده از رگلاتورهای دارای فشارسنج‌های پرفشار و هم‌کم‌فشار

انتقال گازهای رها شده از طریق هود و کانال به مکان‌های بی‌خطر

استفاده از شیرهای کنترل به منظور پیشگیری از برگشت گاز

اصول کار با سیلندرهاي گازی تحت فشار



برجسب شناسایی سیلندر

- | | |
|------------------|--|
| ۱- شماره شناسایی | ۶- گنجایش سیلندر در دما و فشار استاندارد |
| ۲- نام محصول | ۷- سرعت پر کردن |
| ۳- گرید محصول | ۸- ریسک و عبارات مربوط به ایمنی محصول |
| ۴- علائم خطر | ۹- بارکد سیلندر |

اتوکلاو



اتوکلاو چیست؟

اتوکلاو دستگاهی است که برای استریل کردن وسایل و مواد آزمایشگاهی به کار می‌رود. استریل کردن فرایندی است که در آن میکروارگانیسم‌ها و عوامل انتقال دهنده آن‌ها از جمله قارچ، باکتری، هاگ یا اسپور و ویروس از سطح اجسام پاکسازی می‌شوند. اتوکلاو این کار را از طریق روش‌های فیزیکی، شیمیایی یا با استفاده از بخار اشباع شده انجام می‌دهد.

اتوکلاو همچنین به نام دستگاه استریل کننده نیز شناخته می‌شود. استریلیزاسیون در واقع، گروهی از فرآیندهایی است که برای انجام خدمات بهداشتی (استریلیزاسیون مواد، محیط کشت و دستگاه‌ها) مطابق با شرایط سخت گندزدایی صورت می‌گیرد.

در اینجا لازم است به صورت خلاصه به تفاوت استریل کردن و ضدعفونی کردن اشاره شود. در استریل کردن کلیه میکروارگانیسم‌ها از بین رفته و از عدم وجود هر نوع میکروبی اطمینان حاصل می‌شود؛ ولی با انجام فرایند ضدعفونی کردن، میکروارگانیسم‌ها (مثل هپاتیت) از بین نمی‌روند و فقط جسم تمیز می‌شود.



اتوکلاو مدل زودپز



اتوکلاو آزمایشگاهی



اتوکلاو عمودی



اتوکلاو افقی

انواع اتوکلاو



اتوکلاو بیمارستانی

موارد استفاده از اتوکلاو

به طور کلی تمام مواد غیرعفونی و عفونی آلوده شده با عوامل بیولوژیک شامل بقایای نمونه‌های محیط کشت تلقیح شده، پاتوژن‌های رشد کرده، سلول‌های انسانی، حیوانی و گیاهی، مواد آلوده شده به مدفوع انسان یا حیوان، محصولات خونی انسان و حیوان و ... می‌توانند اتوکلاو شوند. موادی مثل داروهای سرطان‌زا، رادیو ایزوتوپ‌ها، مواد شیمیایی سمی، مواد شیمیایی قابل تبخیر یا هر ماده خطرناک دیگری که ممکن است در اثر حرارت تبخیر شود و انتشار یابد را نمی‌توان اتوکلاو کرد. به طور کلی مواد قابل اشتعال، واکنش پذیر و خورنده، سمی یا مواد رادیو اکتیو نباید اتوکلاو شوند.

روش های استریل کردن:

عموماً به چهار طریق عمل استریل کردن صورت می‌گیرد:

۱- گرمای خشک: در این روش دما به ۱۴۰ الی ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد مانند فور.

۲- بخار مرطوب: عمل استریل سازی را با بخار اشباع شده انجام می‌دهد مانند اتوکلاو.

۳- اتیلن اکساید: این روش با گازهای استریل در دمای ۶۰ الی ۷۰ درجه سانتی‌گراد استریل سازی انجام می‌گیرد.

۴- پرتو دهی با اشعه گاما: در این روش از خاصیت استرلیزاسیون اشعه X استفاده می‌شود.

اصول کار تمامی اتوکلاوها

در ابتدا آب از منبع اصلی به بخار تبدیل می‌شود. این تبدیل آب به بخار به دو صورت انجام می‌گیرد:

۱- آب مستقیماً به داخل چمبر (مخزن دستگاه) ریخته شده و توسط المنتی که دور چمبر پیچیده است گرم شده و در ۱۰۰ درجه سانتی گراد به بخار تبدیل می‌شود.

۲- آب به داخل مولد بخار رفته و پس از تبدیل شدن به بخار وارد چمبر می‌شود.

نوع دوم نسبت به نوع اول به دلیل این که سیستم تولید بخار کاملاً جداگانه است، مزیت دارد.

بعد از تبدیل آب به بخار مرحله افزایش دما یا Heating شروع شده و با بسته شدن محیط توسط شیرهای برقی طبق «قانون گازها» با افزایش دما، فشار نیز بالا می‌رود. با رسیدن دما به مقدار تعیین شده و رسیدن فشار به ۲/۲ یا ۲/۱ مرحله استریل سازی آغاز می‌شود.

در انتهای سیکل یا چرخه استریل، بخار به کندانسور رفته و در اثر «فرایند میعان» به آب تبدیل شده و به مخزن آب مصرفی می‌ریزد و بدین ترتیب در انتهای کار مرحله خشک کن یا Drying انجام می‌شود. در پایان، مواد و وسایل استریل شده و آماده خروج از دستگاه می‌شوند.

نکات ایمنی در کار با اتوکلاو

رعایت نکات زیر برای کار با دستگاه الزامی است:

۱- برای جلوگیری از مشکلات، مسئولیت به کار انداختن و مراقبت روزمره اتوکلاو بایستی به افراد آموزش دیده محول شود.

۲- باید یک برنامه برای جلوگیری از مخاطرات شامل بازرسی منظم محفظه‌ها، درب‌ها و کنترل آن‌ها وجود داشته باشد.

۳- بخار بایستی اشباع شده و عاری از مواد شیمیایی (از قبیل مواد بازدارنده خوردگی) که می‌تواند به وسایل استریل شده آسیب برساند، باشد.

۴- هنگام کار با اتوکلاو حتماً از دستکش مقاوم به حرارت و عینک محافظ استفاده شود.

۵- هرگز هنگام روشن بودن دستگاه اقدام به گذاشتن، خارج نمودن وسایل یا تمیز کردن آن نکنید.

۶- هرگز پیچ‌های محکم کننده درب را هنگام کار دستگاه شل و سفت نکنید.

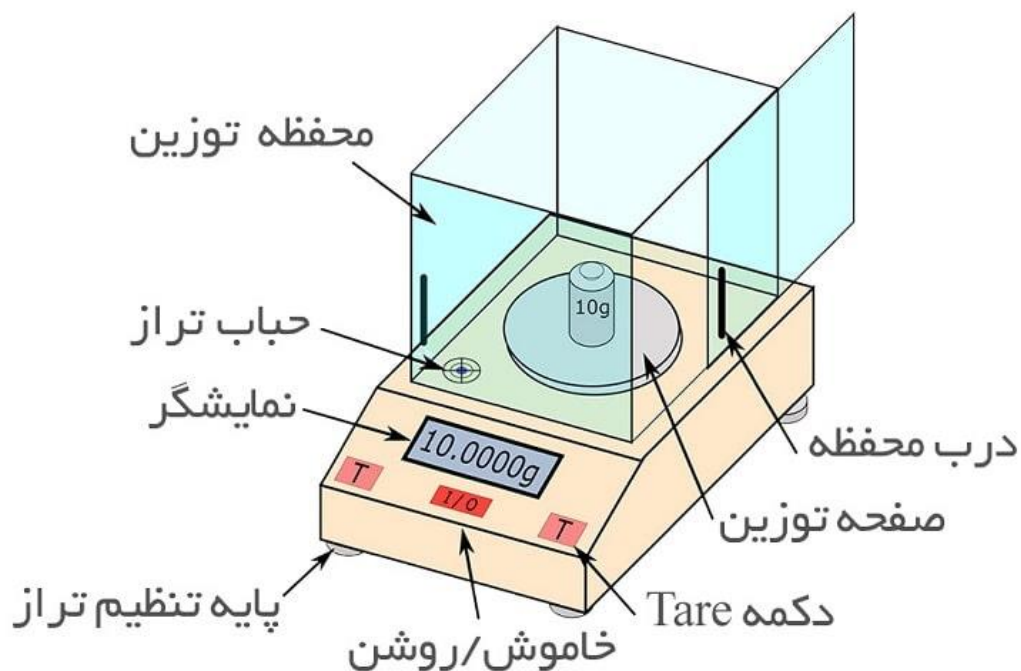
۷- مواد آلوده و وسایلی که برای استفاده قرار است، استریل شوند به صورت جداگانه و یا با استفاده از دستگاه‌های متفاوت اتوکلاو کنید.

۸- بهتر است جهت جلوگیری از تشکیل رسوب در دستگاه اتوکلاو از آب مقطر استفاده شود.

۹- سطح آب درون دستگاه نباید از انتهای پایین محفظه بخار دیگ بالاتر رود.

۱۰- پیچ‌های درب دستگاه را باید محکم بست. برای این منظور باید پیچ‌های روبروی هم همزمان بسته شود تا درب دستگاه به طور یکنواخت محکم شده و بخار آب از آن بیرون نیاید.

ترازوی آزمایشگاهی



کلمه‌ی **SOP** ، مخفف عبارت **Standard Operating Procedures** ، به معنای روش استاندارد آزمایش است و دستورالعمل‌هایی را برای بالا بردن دقت و صحت آزمایش‌های انجام شده در آزمایشگاه‌ها ارائه می‌دهد.

دستورالعمل‌های **SOP** ، اصول استاندارد در زمینه‌های مختلف را شامل می‌شوند و یکی از موضوعاتی که در این دستورالعمل‌ها به آن پرداخته می‌شود، تمیز کردن ترازو آزمایشگاهی است. بر اساس این دستورالعمل‌ها، روش استاندارد و تایید شده‌ی **تمیز کردن ترازوی آزمایشگاهی** به شرح زیر است:

۱. قدم اول

اولین اقدامی که در پروسه‌ی تمیزکاری ترازو آزمایشگاهی باید انجام دهید، آماده شدن و استفاده از تجهیزات محافظتی مناسب است. مجهز بودن به لوازم و پوشش‌های محافظتی، شما را از خطرات احتمالی در امان نگه داشته و امنیت‌تان را تامین می‌کند.

۲. قدم دوم

پس از آماده شدن و پوشیدن تجهیزات ایمنی، باید به سراغ ترازو رفته و قبل از شروع به نظافت، صفحه‌ی دستگاه را خاموش کنید.

۳. قدم سوم

در این مرحله باید به سراغ اطراف ترازو رفته و با استفاده از یک پارچه‌ی تمیز، محیط اطراف دستگاه را با دقت تمیز کنید.

۴. قدم چهارم

بعد از تمیز کردن اطراف ترازو، نوبت به جدا کردن قسمت‌های مختلف ترازو می‌رسد. در این مرحله باید با توجه به نوع دستگاه، صفحات پیش‌محافظ، صفحه‌ی محافظ داخلی، سینی توزین، پوشش کفه، تکیه‌گاه، حلقه باد و سینی قطره‌ای را جدا کرده و شروع به نظافت تمامی این قسمت‌ها کنید. برای نظافت قطعات استیل و ضدزنگ ترازو، می‌توانید این قسمت‌ها را داخل دستگاه اتوکلاو قرار داده یا با گرفتن زیر شیر آب، آن‌ها را تمیز کنید. بعد از تمیز کردن قطعات جداشدنی ترازو، شروع به تمیز کردن بدنه‌ی ترازو کنید. در این مرحله، ابتدا باید مواد پودری و گردوغبار چسبیده به ترازو را با کمک یک دستمال یکبارمصرف تمیز کنید.

نکته‌ی بسیار مهمی که در این قدم باید در نظر داشته باشید، پرهیز از فوت کردن است؛ چراکه این کار ضمن ایجاد خطر برای شما، سبب جابجایی پودرها و گردوغبار به داخل ترازو خواهد شد. برای تمیز کردن موادی که به قسمت‌های مختلف ترازو چسبیده‌اند، باید از دستمال آغشته به یک شوینده‌ی ملایم مانند **اتانول** یا **ایزوپروپانول**، استفاده کنید. مهم‌ترین موضوعی که در این مرحله باید به آن توجه کنید این است که هرگز مواد تمیزکننده را روی ترازو اسپری نکنید؛ چراکه اینکار سبب وارد آمدن آسیب‌های جدی به قسمت‌های حساس ترازو خواهد شد.

۵. قدم پنجم

مرحله‌ی پنجم تمیز کردن ترازو آزمایشگاهی، سرهم کردن دستگاه و قرار دادن قطعات مختلف سر جای خود است. در این مرحله باید قطعات جداشده را با دقت در جای خود قرار داده و از قرارگیری درست آن‌ها نیز اطمینان حاصل کنید.

۶. قدم ششم

ششمین قدم برای تمیز کردن ترازوی آزمایشگاهی، کالیبره کردن آن است. همان‌طور که در مقاله‌ی کالیبره کردن ترازو آزمایشگاهی نیز گفتیم، ترازوهای آزمایشگاهی بعد از هر تکان و جابجایی، باید مجدداً تراز شوند تا دقت و صحت توزین آن‌ها دچار اختلال نشود.

۷. قدم هفتم

آخرین قدم در نظافت ترازو آزمایشگاهی، تست کردن لوازم جانبی متصل به دستگاه مانند پرینتر است. در این مرحله برای اطمینان از نحوه‌ی عملکرد دستگاه، بهتر است که یک تست پرینت گرفته و از عملکرد صحیح دستگاه مطمئن شوید.

بایدها و نبایدهای تمیز کردن ترازوی آزمایشگاهی



ترازوی آزمایشگاهی یک وسیله‌ی بسیار حساس است و کوچک‌ترین بی‌احتیاطی در هنگام تمیز کردن آن می‌تواند آسیب‌های بسیار بزرگی به آن وارد آورد. برخی از نکاتی که در هنگام تمیز کردن ترازو آزمایشگاهی باید در نظر داشته باشید به شرح زیر هستند:

- برای تمیز کردن ترازو، محل قرارگیری کفهی ترازو یا مجاری هوا را تمیز کنید
- فقط قطعاتی را که بدون استفاده از ابزار و تجهیزات مخصوص، امکان جدا شدن دارند، جدا کنید
- ترازو را بدون جابجایی و در محل قرارگیری آن تمیز کنید

چگونه خطای توزین را کاهش دهیم؟

۱- محیط مناسبی را برای قرار دادن ترازوی خود انتخاب کنید

توجه به شرایط محیطی، یکی از نکاتی است که باید هنگام استفاده از ترازوی تحلیلی آزمایشگاهی حتماً به آن توجه داشت. زیرا برخی عوامل محیطی مانند دما و رطوبت ممکن است دقت ترازوی آزمایشگاهی را تحت تاثیر قرار دهند. علاوه بر این ترازوی آزمایشگاهی باید در محلی قرار گیرد که رفت و آمد پرسنل، جابه‌جایی اجسام و .. در آن کم باشد. زیرا هرگونه لرزش و ارتعاش می‌تواند فرآیند توزین را تحت تاثیر قرار دهد. چنانچه یافتن چنین محیطی برای قرار دادن ترازو امکان‌پذیر نیست، از میزهای مخصوص توزین استفاده کنید.

۲- دقت کنید که دستگاه تراز باشد.

به تراز بودن ترازو دقت کنید. همانطور که گفته شد، ترازوهای تحلیلی دارای یک حباب تراز هستند. چنانچه حباب کوچک با دایره بزرگ هم مرکز شود، دستگاه تراز است. این کار به وسیله چرخاندن دو چرخ جلوی دستگاه انجام می‌شود.

۳- ترازو را متناسب با موقعیت مکانی آن کالیبره کنید

پیش از شروع به استفاده از ترازوی آزمایشگاهی، مطمئن شوید که ترازو کالیبره است. استفاده از یک ترازوی کالیبره نشده در تمامی مراحل توزین بر روی صحت داده‌ها تاثیر منفی می‌گذارد. در صورت امکان یک محل دائمی را برای قرار دادن ترازو انتخاب کنید. ممکن است تعجب کنید اما نیروی جاذبه از مکانی به مکان دیگر در سراسر جهان متفاوت است. بنابراین، ترازوی تحلیلی باید در محلی که مورد استفاده قرار می‌گیرد کالیبره شود و هر زمان که جابه‌جا شد نیز مورد کالیبراسیون مجدد قرار گیرد. برخی از ترازوهای تحلیلی دارای قابلیت کالیبراسیون داخلی هستند. اما کالیبراسیون خارجی با استفاده از وزنه نیز ضرورت دارد. سرویس ترازوی تحلیلی فقط باید توسط تکنسین‌های آموزش دیده و مجاز سازنده انجام شود.

۴- ظروف توزین مناسب با نمونه‌ی خود را انتخاب کنید

نکته‌ی مهم دیگر در استفاده از ترازوی آزمایشگاهی، انتخاب ظروف توزین، متناسب با میزان نمونه است. استفاده از یک ظرف توزین خیلی کوچک ممکن است منجر به ریختن نمونه، کثیف شدن ترازو و اندازه‌گیری نادرست شود. از طرف دیگر، ظروف توزین بسیار بزرگتر از حجم نمونه نیز ممکن است منجر به چسبیدن مقداری از نمونه به ظرف شده و دقت آزمایشات را تحت تاثیر قرار دهد. علاوه بر این توزین برخی نمونه‌ها به مراقبت بیشتری احتیاج دارد. به طور مثال لازم است نمونه‌هایی که حجم بسیار کمی دارند و یا به سرعت بخار می‌شوند، با استفاده از ظروف توزین درب‌دار وزن‌سنجی شوند.

علاوه بر ظروف توزین شیشه‌ای و درب‌دار، ظروف توزین در انواع مختلفی دیگری نیز ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند که ممکن است از جنس‌های مختلفی مانند کاغذ، پلاستیک و آلومینیوم ساخته شده باشند.

اما چه جنسی از ظروف توزین برای چه کاربردی مناسب است؟

الف: ظروف توزین کاغذی:

برای توزین مقادیر کم پودر یا گرانول خشک، ظروف توزین کاغذی یک انتخاب مناسب است. سطح داخلی این نوع ظروف توزین معمولاً حالتی لغزنده و مومی دارد که باعث می‌شود پودر به آن نچسبد. ظروف توزین کاغذی ممکن است برای حجم نمونه‌ی شما بسیار بزرگ باشند. در این صورت می‌توانید پیش از استفاده آن را به مربع‌های کوچک‌تر برش دهید. پس از توزین و برای تخلیه نمونه، کاغذ را به دقت برداشته و پودر را به سمت حاشیه ظرف که تا شده است، کج کنید تا پودر به درستی تخلیه شود.

ب: ظروف توزین پلاستیکی

ظروف توزین پلاستیکی در ابعاد مختلفی عرضه می‌شوند و گزینه‌های بسیار خوبی برای توزین مواد خشک و مایعات هستند. اما نکته‌ی حائز اهمیت این است که این ظروف برای توزین برخی مواد مناسب نمی‌باشند. زیرا ظروف پلاستیکی به راحتی بار الکتریسیته ساکن ایجاد کرده و به این ترتیب ممکن است دقت ظروف تحت تاثیر قرار گیرد. پس از توزین و برای تخلیه نمونه، لازم است محتویات درون ظرفی با دهانه‌ی عریض تخلیه شوند تا نمونه از دست نرود.

ج : ظروف توزین آلومینیومی

ظروف توزین آلومینیومی، با دوام هستند و مانند ظروف پلاستیک برای توزین نمونه‌های مایع و پودرهای خشک مناسب هستند (به ویژه برای مواد واکنش‌زا و حلال‌های آلی). دقت داشته باشید زمانی که یک جسم را وزن می‌کنید، درب محفظه توزین را ببندید تا از ایجاد خطای ایجاد شده در اثر جریان هوا جلوگیری کنید.

دقت داشته باشید زمانی که یک جسم را وزن می‌کنید، درب محفظه توزین را ببندید تا از ایجاد خطای ایجاد شده در اثر جریان هوا جلوگیری کنید.

۵- ظروف را لمس نکنید

نکته‌ی بعدی برای افزایش دقت توزین و جلوگیری از بروز خطا، عدم لمس ترازو و ظروف توزین است. دست زدن به ظروف توزین می‌تواند باعث گرم شدن نمونه و یا ایجاد لکه بر روی ظروف شود. این موضوع به خصوص در وزن‌سنجی‌های بسیار کم، می‌تواند ایجاد خطا در نتایج را به دنبال داشته باشد. بنابراین برای جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی، برای جابه‌جایی ظروف توزین از انبر و یا دستکش استفاده کنید.

۶- خطای ناشی از نمونه را دست کم نگیرید

نمونه‌های غیر رسانا مانند پلاستیک و شیشه ممکن است دارای بار الکترواستاتیکی باشند که می‌تواند نتایج توزین را تحت تاثیر قرار دهد. استفاده از یونیزر می‌تواند بار الکترواستاتیک را خنثی کرده و از این وضعیت جلوگیری کند. همچنین نمونه‌هایی که توزین می‌شوند باید در دمای اتاق باشند تا از ایجاد جریان هوا در داخل محفظه‌ی ترازو جلوگیری شود.

۷- ترازو را تمیز نگه دارید

به منظور تمیز نگه داشتن ترازوی تحلیلی، مطابق با دستورالعمل‌های موجود در دفترچه راهنمای ارائه شده با دستگاه عمل کنید. پیشنهاد می‌شود صفحه‌ی توزین با استفاده از یک برس نرم پاک شود. به یاد داشته باشید که از مواد تمیز کننده خورنده مانند حلال‌ها استفاده نکنید و ترازو را با استفاده از پارچه‌ای مرطوب تمیز نمایید. سپس دستگاه را با یک پارچه نرم خشک کنید. مراقب باشید مایعی به داخل دستگاه نریزد.

پس از پایان کار، اپراتور باید درب محفظه توزین را ببندد تا از ورود گرد و غبار و خاک به داخل محفظه جلوگیری شود.

۸- به دفترچه راهنمای محصول مراجعه کنید

موارد گفته شده، از مهم‌ترین نکاتی بودند که با رعایت آن‌ها می‌توان تا حد زیادی از بروز خطای توزین جلوگیری کرد. اما هر تولید کننده نیز نکاتی را برای عملکرد بهتر دستگاه خود ارائه می‌کند. به همین دلیل توجه داشته باشید که همواره دفترچه راهنمای ترازو را در دسترس قرار داده و در صورت وجود هرگونه سوال و ابهام به آن مراجعه کنید. این موضوع به ویژه در نصب و راه اندازی دستگاه اهمیت زیادی دارد.

چه عواملی بر عملکرد ترازوهای آنالیتیکال تاثیر می گذارند؟

همانطور که گفته شد ترازوهای آنالیتیکال تحت تاثیر شرایط محیطی قرار دارند. با شناخت عواملی که عملکرد این ترازوها را تحت تاثیر قرار می دهد، کاربر و مسئولین آزمایشگاه می توانند اقداماتی را در نظر گیرند تا تاثیر این عوامل را کاهش داده و دقت توزین را بالاتر ببرند.



۱- دما

شکل ۶. تاثیر دما بر عملکرد ترازوی تحلیلی

اولین پارامتر موثر بر عملکرد ترازوهای آنالیتیکال که قصد داریم به آن بپردازیم، دما است. کوچکترین تغییر در دمای محیطی که ترازو در آن قرار دارد، می تواند باعث بروز خطاهای محسوسی در توزین شود. به طور مثال، اگر دمای محیط بالا باشد، تبخیر رخ داده و ممکن است از وزن نمونه کاسته شود. در نتیجه توزین به درستی رخ نخواهد داد.

۲- لرزش و ارتعاشات

ارتعاشات ناشی از یخچال و فریزر، سیستم های تهویه و سایر تجهیزات می تواند بر دقت ترازوی تحلیلی تأثیر بگذارد.

ارتعاش سبب می شود تا عدد نشان داده شده به درستی ثابت نشود و مدام تغییر کند. در نتیجه کاربر قادر به خوانش عدد صحیح نخواهد بود. همچنین از آنجا که اندازه نمونه ی توزین شده به کمک این ترازوها واقعاً کوچک است، کمترین میزان لرزش می تواند سبب جابه جا شدن نمونه در ظرف و چسبیدن مقداری از آن به دیواره ظروف شود.

همچنین از تکیه دادن روی میزی که ترازو روی آن قرار دارد خودداری کنید زیرا هرگونه لرزش در میز توزین، باعث ارتعاش شده و ممکن است در دقت ترازو اختلال ایجاد کند.



شکل ۷. تاثیر واکنش شیمیایی بر وزن نمونه

نمونه‌های آزمایشگاهی ممکن است به تغییرات محیطی از جمله تغییر دما بسیار حساس باشند. به طور مثال اگر فسفر سفید در معرض هوا قرار گیرد، شعله‌ور خواهد شد. این موضوع نه تنها می‌تواند برای کاربر خطر آفرین باشد، بلکه باعث از بین رفتن بخشی از نمونه و بروز خطا در نتایج توزین می‌شود.

به همین دلیل کاربران باید اقدامات احتیاطی را انجام دهند تا اطمینان حاصل کنند که نمونه از نظر شیمیایی در طی فرآیند توزین بی اثر می‌ماند.

۴- جریان هوا



شکل ۸. ترازوی آنالیتیکال مجهز به محفظه توزین

همانطور که ارتعاش و تغییر در دما بر روی دقت توزین تاثیر می‌گذارند، تغییر جریان هوا که ناشی از فن‌های سقفی، تهویه هوا و در و پنجره‌ی باز است نیز می‌تواند باعث بروز خطای اندازه‌گیری شود.

به همین دلیل ترازوهای آنالیتیکال مجهز به محفظه توزین هستند و لازم است برای هر بار توزین، درب محفظه به درستی بسته شود. به این ترتیب تاثیر جریان هوا بر سنجش وزن نمونه کمتر خواهد شد.

۵- خطای کاربر

در اغلب موارد، خطای توزین، نتیجه‌ی خطای کاربر است. به طور مثال، ممکن است اپراتور به طور تصادفی نمونه‌ای را روی میز بگذارد و آن را در معرض واکنش با عناصر جوی قرار دهد و یا کالیبره نبودن ترازو را نادیده بگیرد.

۶- میدان مغناطیسی

در برخی ترازوها از آهن ربا به عنوان بخشی از سیستم توزین استفاده شده است. بنابراین، قرار دادن ترازو در نزدیکی تجهیزات مغناطیسی منجر به قرائت اشتباه می‌گردد.

سمپلر ها



نحوه کار با سمپلر

یکی از پرکاربردترین وسایل در آزمایشگاه های زیست شناسی سمپلر می باشد. سمپلر ها به عبارت ساده پیپت هایی هستند که می توانند مایعات را در مقیاس های خیلی کم جابجا کنند.

عموما در آزمایشگاه ها سه نوع سمپلر وجود دارد که تفاوت آن ها در میزان حجمی از مایعات است که می توانند جابجا کنند. سمپلر ۱۰۰۰ که قابلیت جابجایی محلول از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرولیتر را داراست. سمپلر ۱۰۰ که قابلیت جابجایی محلول از ۱۰ تا ۱۰۰ میکرولیتر را دارد و سمپلر کریستالی که قابلیت جابجایی محلول از نیم تا ۱۰ میکرولیتر را می تواند انجام دهد. برای سمپلر هزار از سرسمپلر های آبی رنگ، سمپلر ۱۰۰ از سرسمپلر های زرد رنگ و برای سمپلر کریستالی از سرسمپلر های سفید رنگ استفاده می شود. سرسمپلر را تیپ نیز می نامند.

برای تنظیم سمپلر به حجم دلخواه، ابتدا قفل آن را به حالت باز تغییر داده و سپس با پیچ مخصوص سمپلر را تنظیم می کنیم. اعداد متغیر روی سمپلر نشان دهنده حجمی از محلول است که می تواند جابجا کند. پس از ست کردن عدد مورد نظر، سمپلر را دوباره به حال قفل در می آوریم. اعداد بالای خط، نشان دهنده مقدار صحیح حجم و اعداد زیر خط نشان دهنده مقدار اعشار حجم می باشند. به عنوان مثال هم اکنون سمپلر روی ۶,۲۵ میکرولیتر تنظیم شده و این مقدار را جابجا می کند.

سمپلر ها یک شاسی بالای خود دارند که کارش ایجاد مکندگی و دمندگی درون تیپ می باشد. این شاسی دارای دو Step بوده که در ادامه نقش هر یک از Step ها را توضیح می دهیم .توجه داشته باشید که هرچقدر عدد حجمی سمپلر بیشتر باشد، شاسی آن بالاتر خواهد آمد.

نمونه برداری با حجم دلخواه از یک محلول با رعایت نکات گفته شده سمپلر روی عدد حجمی مورد نظر تنظیم می گردد. سپس با چند ضربه، تیپ در جایگاه خود قرار می گیرد. شاسی سمپلر تا Step یک فشار داده می شود. رها کردن Step یک دقیقاً حجمی از محلول را درون تیپ می کشد که قبلاً در عدد حجمی تنظیم شده است. در حالی که شاسی تا Step یک فشار داده شده است، نوک تیپ وارد محلول شده و به آرامی شاسی رها می گردد. با رها شدن آن محلول وارد تیپ می شود. سپس نوک تیپ را وارد تیوب جدید کرده و به دیواره تیوب چسبانده و شاسی تا Step دو فشار داده می شود تا تمام محتویات سرسمپلر وارد تیوب شود . وجود Step دو برای اطمینان از کامل خالی شدن محتویات درون سرسمپلر می باشد.

اخطار!

هیچ گاه نباید بعد از ورود تیپ به درون محلول شاسی سمپلر فشار داده شود .اینکار موجب ایجاد حباب در محلول می گردد و ممکن است از عمر مفید سمپلر بکاهد. همچنین زمانی که تیپ درون محلول است، نباید شاسی سمپلر به شکل ناگهانی رها گردد. اینکار موجب وارد شدن حجم ناصحیح از محلول درون تیپ می گردد. اگر هنگام اضافه کردن محلول، نوک تیپ درون محلول قرار گرفته باشد، شاسی تا استپ یک جهت ریخته شدن محتویات تیپ فشار داده می شود و رها کردن آن پس از خارج کردن تیپ از درون مایع صورت می گیرد. در صورت رها کردن شاسی درون محلول، موجب می شود محلول داخل تیوب دوباره به داخل تیپ بازگردد.

پس از انجام کار با سمپلر، تیپ استفاده شده درون سطل مخصوص زباله های آزمایشگاهی، Out می شود. اینکار با شاسی مخصوص کنار سمپلر انجام می گردد.

سانتریفیوژها



امروزه سانتریفیوژ دقیقاً مانند صفحه داغ ، PH متر یا دماسنج به دستگاه رایج و ضروری در هر آزمایشگاه تبدیل شده است. این امکان جدایی سریع رسوب از مایع رویی را دارد و قدرت جداسازی آن بر اساس اصل نیروی گریز از مرکز است. این محلول با سرعت زیاد در حرکت دایره ای چرخانده می شود و نیروی گریز از مرکز منجر به مجموعه ای از ذرات معلق در پایین لوله سانتریفیوژ می شود. پس از یک زمان ثابت سانتریفیوژ متوقف شده و مایع رویی جدا می شود. بزرگترین مزیت جداسازی سریع رسوب در بیش از یک لوله است.

سانتریفیوژ صرفه جویی قابل توجهی در زمان می کند اما بی احتیاطی در استفاده می تواند باعث آسیب به سیستم و همچنین صدمه به شما و سایر افراد حاضر در آزمایشگاه شود.

سانتریفیوژها انواع مختلفی دارند، که طبق نوع شان تعداد دور بر دقیقه متفاوتی دارند. به طور معمول ۳ نوع سانتریفیوژ وجود دارد:

- میکرو سانتریفیوژ ~ ۱۵۰۰۰ دور بر دقیقه
- سرعت پایین/ بالا ~ ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ دور بر دقیقه
- اولترا سانتریفیوژ ~ ۱۲۰۰۰۰ دور بر دقیقه

روتورها با سرعت بسیار زیاد می‌چرخند که این امر منجر به ایجاد نیروهای بسیار شدیدی می‌شود. بنابراین، توجه به بارگذاری بالانس روتور در حین سانتریفیوژ کردن امری ضروری است، به خصوص اگر تعداد لوله‌ها یا پلیت‌های بارگذاری شده، از حداکثر ظرفیت روتور کمتر باشند. بالانس بودن روتور، به خصوص هنگام سانتریفیوژ با دورهای بالا، به منظور جلوگیری از کاهش طول عمر روتور همواره حائز اهمیت است. علیرغم تلاش‌های کاربر، ممکن است خطاهای مربوط به عدم بالانس بودن روتور ناشی از عدم توازن در بارگذاری نمونه‌ها، به وقوع بپیوندد.

عدم توازن در روتور چه خطراتی به دنبال دارد؟

عدم بارگذاری صحیح، می‌تواند موجب کاهش طول عمر روتور شده، و لرزش‌های کنترل نشده و شدید روتور نیز ممکن است منجر به آسیب دائمی به دستگاه سانتریفیوژ شود. مهم‌تر اینکه، عدم توازن در روتور، حتی می‌تواند باعث آسیب به کاربر یا افراد دیگر شود. در بدترین حالت، این امر می‌تواند به شکستن روتور ختم شود.

خطرات بالقوه

اول از همه خطرات احتمالی ناشی از استفاده از سانتریفیوژ در زیر خلاصه می‌شود:

- شکستن لوله‌ها با سرعت عمل بالاتر
- ریختن محتوای لوله‌ها که می‌تواند به کاسه‌های لوله و سایر قطعات داخلی آسیب برساند.
- فرار از آئروسول‌های مایعات سمی یا خورنده به محیط آزمایشگاه
- خطر پرواز بقایای لوله‌های شکسته
- خطر آلودگی در اثر نشت مواد بیولوژیکی فعال یا رادیواکتیو

احتیاطات لازم هنگام کار با دستگاه:

آئروسولها: بایستی حتی الامکان هنگام سانتریفیوژ کردن حداقل مقدار آئروسول ایجاد گردد. استفاده از سانتریفیوژ: هنگام روشن کردن سانتریفیوژ از بسته بودن درب آن اطمینان حاصل کنید.

آلودگی: از سانتریفیوژ نمودن لوله‌های حاوی نمونه خون، ادرار، خلط و مایعات قابل اشتعال که درپوش نداشته باشند خودداری نمایید. هنگام سانتریفیوژ کردن یک سیستم خلاء ایجاد میشود که باعث تبخیر مایعات میگردد و میتواند ایجاد ذرات آئروسول از مواد آلوده کننده نماید و یا باعث انفجار مواد قابل اشتعال شود.

عوامل عفونی: تمام کشتها یا نمونه‌هایی که در آنها احتمال ایجاد آئروسولهای عفونی وجود دارد باید در لوله مخصوص سانتریفیوژ و یا محفظه‌هایی با در کاملاً محکم سانتریفیوژ شوند.

تمیز کردن: سانتریفیوژ باید بطور مرتب با محلول هیپوکلریت سدیم رقیق یا مواد مناسب دیگر ضد عفونی شود.

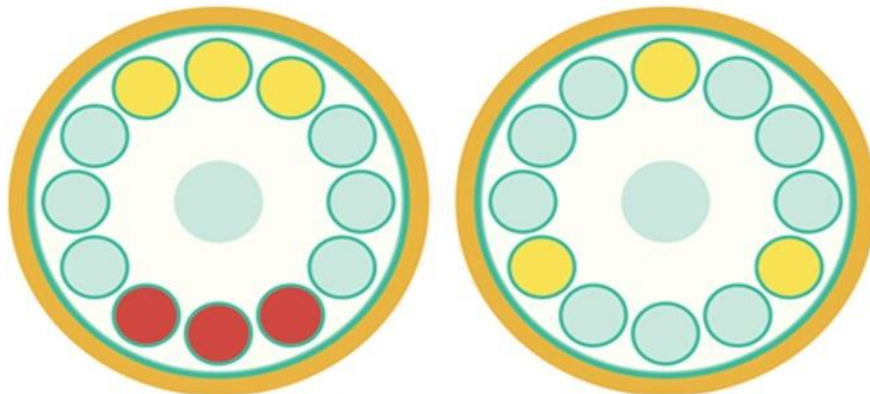
تراز نمودن: هنگام کار با سانتریفیوژ مطمئن شوید که سیستم تعادلی آن درست باشد. روتورهای متعادل نشده هنگام چرخش ایجاد ارتعاش میکنند.

روش‌های عملیاتی نگهداری صحیح از دستگاه

- تمام دستورالعمل‌های شرکت سازنده را برای مراقبت از دستگاه به همان صورت که در کاتالوگ‌های فنی نوشته شده است، دنبال کنید.
- برای نگهداری مناسب دستگاه، یک پروتکل دقیق نظافت و نگهداری از دستگاه، مطابق با شرایط آزمایشگاه خود، تهیه و اجرا کنید.
- فقط از روتور، سطل‌ها، درپوش‌ها، آداپتورها و سایر قطعات سازگار با دستگاه استفاده کنید (معمولاً در مورد وسایل جانبی و قطعات سانتریفیوژ، شرکت سازنده ترجیحاتی را معرفی کرده است).
- با متوجه شدن روند غیر عادی، یا ترک در هر بخش عملکردی دستگاه حتماً به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید.
- با متوجه شدن اولین علامت آسیب، قطعات آسیب دیده‌ی سانتریفیوژ مثل لوله‌ها و O-rings را جایگزین کنید.
- لوله‌ها، سطل‌ها و روتور را طبق دستورالعمل سازنده بگذارید.
- تمام لوله‌ها و کاپ‌های ایمنی را محکم ببندید.
- در حین کار حتماً درب آن را ببندید.
- به هیچ وجه هنگام کار دستگاه، آن را باز نکنید. قبل از باز کردن اجازه دهید کاملاً متوقف شود.
- در سانتریفیوژ، O-rings و rotor threads را به صورت هفتگی روغن کاری کنید.

نکات ایمنی کار کردن با سانتریفیوژ

- از کاپ‌های ایمن استفاده کنید.
- به طور هفتگی و همچنین بعد از ریختن ماده‌ای درون یا روی سانتریفیوژ و یا شکستگی‌های احتمالی، تمیز کنید و سپس ضد عفونی کنید.
- سانتریفیوژ را بدون تعادل مناسب روتور به کار نیندازید. پیش از روشن کردن سانتریفیوژ، حتماً مطمئن باشید که در محل رو به روی محل قرار گیری نمونه (قرینه مرکزی)، یک لوله دیگر با وزن معادل نمونه قرار دادید.



- از روتورهای افتاده استفاده نکنید.
- در صورت استفاده از واحد سرعت بالا (ultra-speed)، دیسک سرعت را از نظر آسیب دیدگی بررسی کنید و در صورت خراب بودن، استفاده نکنید.
- پیش از استفاده از سانتریفیوژ، حفره‌های روتور و لوله‌ها را از نظر آسیب دیدگی بررسی کنید و در صورت آسیب دیدن استفاده نکنید.

نیتروژن مایع

نیتروژن مایع چیست و چه خصوصاتی دارد؟

نیتروژن مایع یا LN2 مایعی سرمازا، بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار شبیه به آب است. از تقطیر جزء به جزء هوای مایع به دست می‌آید و جزو مایعات کرایوژنیک بسیار پرکاربرد در آزمایشگاه‌های مختلف است که باید در دمای پایین نگهداری شود. نقطه جوش برای کرایوژن‌ها ۱۵۰- درجه سانتی‌گراد (۲۳۸- درجه فارنهایت) تعریف شده‌است. نیتروژن مایع در ۱۹۶- درجه سانتی‌گراد (۳۲۰- درجه فارنهایت) می‌جوشد.



شرایط نگهداری نیتروژن مایع

نیتروژن مایع باید در ظرفی که به طور کامل از هوای محیط ایزوله است، نگهداری شود. یکی از ظرف‌های متداولی که به این



منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد، **تانک ازت** است. از تانک ازت در مراکز تحقیقاتی، سرم سازی، مراکز ناباروری، داروسازی و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، درمانگاه‌ها و ... جهت نگهداری LN2، استفاده می‌شود.

خطرات کار با نیتروژن مایع



خطر خفگی در اثر استنشاق نیتروژن گازی

همانطور که گفته شد، نیتروژن بطور گسترده در هوایی که تنفس می‌کنیم وجود دارد. بنابراین به خودی خود خطری ما را تهدید نمی‌کند. نه تنها خطری ندارد، بلکه این ترکیب نیتروژن، اکسیژن و مواد دیگر موجود در هوا برای سلامت جسم و روان ما کاملاً هم مورد نیاز است. اما موضوع آنجایی خطرناک می‌شود که می‌خواهیم که از نیتروژن خالص (بدون ترکیب با مواد دیگر) برای انجام برخی فعالیت‌ها استفاده کنیم. در ادامه خطراتی که نیتروژن خالص می‌تواند برای شما داشته باشد را ذکر کرده ایم. نیتروژن مایع در هنگام تبخیر ۶۹۵ برابر حجم خود را افزایش می‌دهد و هیچ خاصیت هشدار دهنده‌ای مانند بو یا رنگ ندارد. بنابراین، اگر به قدری تبخیر شود تا درصد اکسیژن به کمتر از ۱۹٫۵ درصد کاهش یابد، خطر کمبود اکسیژن وجود دارد که ممکن است باعث بیهوشی شود. اگر کمبود اکسیژن بسیار زیاد باشد ممکن است منجر به مرگ شود.

بنابراین هنگام کار با نیتروژن مایع از باز بودن درب و پنجره‌های محیط تنفس خود اطمینان حاصل نمایید.

خطر سوختگی و انجماد در اثر ریختن نیتروژن مایع روی پوست

دمای نیتروژن مایع حدود ۱۹۶- درجه سانتی‌گراد است؛ بنابراین تقریباً هر چیزی در تماس با آن یخ می‌زند! هنگام کار با این ماده شیمیایی خیلی باید مراقب باشید تا بصورت مستقیم با پوست شما در تماس نباشد. بخار نیتروژن مایع می‌تواند به سرعت بافت پوست و مایع چشم را منجمد کند و حتی در صورت قرار گرفتن در معرض کوتاه مدت منجر به سرمازدگی، سرمازدگی و آسیب دائمی به چشم شود. البته ضمن اینکه رعایت این نکته امری مهم در حفظ سلامت شماست، اما باید بدانید ازت (نیتروژن) مایع چنانچه از روی پوست دست یا سر شما سر بخورد و در یک جا ساکن نباشد خطری شما را تهدید نخواهد کرد. دلیلش هم این است که پوست شما یک لایه‌ی محافظ روی خود دارد که در چنین مواردی از شما به خوبی مراقبت می‌کند.

غنی سازی اکسیژن

هنگام انتقال نیتروژن مایع، اکسیژن موجود در هوای اطراف یک سیستم مهار برودتی می تواند حل شود و هنگام بازگشت سیستم به دمای محیط، یک محیط غنی شده با اکسیژن ایجاد کند. از آنجایی که نقطه جوش نیتروژن کمتر از اکسیژن است، اکسیژن مایع کندتر از نیتروژن تبخیر می شود و ممکن است به سطوحی برسد که می تواند اشتعال پذیری موادی مانند لباس های نزدیک سیستم را افزایش دهد. تجهیزات حاوی سیالات برودتی باید از مواد قابل احتراق دور نگه داشته شوند تا پتانسیل خطر آتش سوزی به حداقل برسد. اکسیژن متراکم در یک تله سرد ممکن است با مواد آلی موجود در تله ترکیب شود و یک مخلوط انفجاری ایجاد کنند.

نکات ایمنی کار با تانک ازت

تانک های ازت در حجم های متفاوتی در بازار موجود هستند. تانک ازت ۲,۵ لیتری، تانک ازت ۳ لیتری و ... تا حجم ۶۵ لیتر نکات ایمنی که باید حین کار با تانک ازت رعایت کنید بصورت زیر است:

- هنگام استفاده یا تخلیه نیتروژن مایع، باید از محافظ صورت یا عینک ایمنی استفاده شود.
- از انبر برای بیرون کشیدن اشیاء غوطه ور در مایع استفاده کنید؛ همیشه امکان جوش و خروش این مایع وجود دارد.
- از مناسب بودن تهویه محیط، برای استفاده یا انتقال ازت مایع مطمئن شوید.
- حتماً از دستکش مخصوص تانک ازت استفاده کنید.
- مایع را به آرامی اداره کنید تا جوشش و پاشش آن به حداقل برسد.
- ازت مایع را در دوارهای شیشه ای دهان گشاد یا دیوارهایی که با نوار ایمنی محافظت نشده اند حمل نکنید.
- ازت مایع را فقط در ظروف با درب شل نگهداری کنید؛ شل بودن درب فلاسک باعث برون رفت گازهای تحت فشار خواهد شد.
- یک ظرف محکم بسته شده با جوش آمدن مایع باعث افزایش فشار می شود و ممکن است پس از مدت کوتاهی منفجر شود.
- هرگز لوازم جانبی تانک ازت یا وسایل ایمنی آنرا (مانند شیر سیلندر یا رگولاتور مخزن) دستکاری یا تغییر ندهید.
- هرگز ظروف غیر عایق حاوی مایعات برودتی را لمس نکنید. گوشت به مواد بسیار سرد می چسبد. حتی تماس با مواد غیرفلزی در دماهای پایین خطرناک است.
- نیتروژن مایع را برای مدت طولانی در ظرف بدون درپوش نگهداری نکنید.
- سیلندرها و دیواره های تانک ازت نباید بیش از ۸۰ درصد ظرفیت پر شوند؛ زیرا انبساط گازها در طول گرم شدن ممکن است باعث افزایش فشار بیش از حد شوند.

الزامات ایمنی کار با نیتروژن مایع

به دلیل پیشرفت تحقیقات مرتبط با سلول‌های بنیادی و سایر مصارف پزشکی، استفاده از نیتروژن مایع (LN2) طی چند سال اخیر رواج چشمگیری داشته است که متأسفانه میزان حوادث ناشی از آن نیز به همان نسبت بالا رفته است.

این حوادث نه تنها حین استفاده بلکه هنگام جابه‌جایی و نگهداری نیتروژن مایع نیز اتفاق افتاده است.

طیف گسترده‌ای از آزمایشگاه‌ها از نیتروژن مایع، استفاده می‌کنند. رایج‌ترین آن‌ها شامل آزمایشگاه‌های شیمی و فیزیک، فناوری نانو، طراحی تراشه‌های رایانه‌ای، تولید برخی کالاها و تحقیقاتی است که مستلزم استفاده از کرایو تیوب (Cryotube) می‌باشند.

از سوی دیگر در حوزه بهداشت و درمان، با افزایش نیازهای درمانی مرتبط با امراض پوستی، درمان سرطان پوست و پیشرفت تحقیقات در زمینه سلول‌های بنیادی استفاده از نیتروژن مایع بسیار افزایش یافته است.

در ادامه خطراتی که ممکن است حین استفاده از نیتروژن مایع، سلامتی شما را تهدید کند را بیان خواهیم کرد و در نهایت به آموزش نکاتی که به شما کمک می‌کند تا این حوادث را کنترل کنید یا از وقوع آن‌ها جلوگیری کنید، خواهیم پرداخت.