



دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز

دستورالعمل ایمنی آزمایشگاه های دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز



ویرایش دوم: زمستان ۱۴۰۲

محسن مهدی پور قاضی

پیشگفتار:

در این جزوه، مجموعه‌ای از اصول ایمنی که بایستی در بازه زمانی حضور هر فرد در محل آزمایشگاه به طور کامل رعایت شود، گردآوری شده است. برنامه‌ریزی صحیح و اصولی، درک درست از موقعیت‌ها و مخاطرات موجود می‌تواند از وقوع بسیاری از پیشامدهای ناگوار جلوگیری کند. آنچه که در ذهن هر پژوهشگر، قبل از انجام آزمایش، بایستی نقش ببندد این است:

در هنگام بروز هر حادثه چه باید کرد؟

پاسخ به این سوال بستگی به میزان اطلاع و آگاهی فرد از خطرات احتمالی هنگام کار با تجهیزات یا مواد شیمیایی و نحوه مقابله با آن دارد. این آگاهی فردی شامل دانش پژوهشگر در خصوص میزان پایداری، اشتعال‌پذیری، سمیت مواد شیمیایی مورد استفاده و نیز ملاحظات مربوط به راه‌اندازی و استفاده از هر دستگاه آزمایشگاهی است. ایمنی در آزمایشگاه نیازمند موارد زیر است:

۱- **روحیه ایمنی** که عبارتست از میزان علاقمندی فرد به حفظ سلامت خود و همکاران که بخش مهم و ضروری برای پیشگیری از حادثه است.

۲- **رعایت قوانین مختص آزمایشگاه** که سبب ایجاد امنیت و سلامت در محیط آزمایشگاه می‌شود.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: وسایل حفاظت شخصی
۲	۱-۱- وسایل حفاظت چشم و صورت، عینک ایمنی و محافظ صورت
۶	۲-۱- محافظت از دستگاه تنفسی (ماسک ها)
۹	۳-۱- محافظت از دست ها و بازوها: دستکش ایمنی
۱۱	۴-۱- محافظت از پاها
۱۲	۵-۱- روپوش آزمایشگاه
۱۳	۶-۱- بهداشت فردی
۱۵	فصل دوم: تجهیزات و وسایل ایمنی در آزمایشگاه
۱۶	۱-۲- هودهای شیمیایی
۱۸	۲-۲- هودهای بیولوژیکی
۱۹	۳-۲- خطرات ناشی از جریان برق
۲۰	۴-۲- خطرات ناشی از آتش سوزی
۲۱	۱-۴-۲- کپسول های اطفای حریق
۲۲	۲-۴-۲- دستورالعمل خاموش کردن آتش با کپسول اطفای حریق
۲۲	۳-۴-۲- نکات مهم هنگام استفاده از کپسول اطفای حریق
۲۴	۵-۲- کمک های اولیه

۲۵	۲-۵-۱-زخم و خونریزی
۲۵	۲-۵-۱-۱-زخم و بریدگی‌های کوچک
۲۵	۲-۵-۱-۲-زخم و بریدگی‌های بزرگ
۲۶	۲-۵-۱-۳-روش‌های مهار خونریزی
۲۷	۲-۵-۱-۴-خونریزی داخلی
۲۷	۲-۵-۲-ضربه مغزی
۲۷	۲-۵-۳-سوختگی
۲۸	۲-۵-۱-۳-سوختگی با حرارت
۲۸	۲-۵-۲-۳-سوختگی با مواد شیمیایی
۲۹	۲-۵-۳-۳-سوختگی با جریان برق
۲۹	۲-۵-۴-مسمومیت‌ها
۳۰	۲-۵-۱-۴-مسمومیت تنفسی با گازهای شیمیایی
۳۰	۲-۵-۲-۴-مسمومیت تماسی با مواد شیمیایی
۳۱	۲-۶-نکات مهم در کمک به بیماران
۳۲	فصل سوم: شناخت مواد شیمیایی و خطرات آنها
۳۳	۳-۱-مواد شیمیایی پرخطر و سمی
۳۵	۳-۲-طبقه‌بندی مواد شیمیایی
۳۶	۳-۲-۱-مواد اکسنده
۳۷	۳-۲-۲-کاهنده‌ها
۳۷	۳-۲-۳-حلال‌ها

۳۹	۳-۲-۴- مواد خورنده
۴۱	۳-۲-۵- مواد آتش گیر
۴۲	۳-۲-۶- مواد شیمیایی ناپایدار
۴۴	۳-۲-۷- مواد منفجره
۴۶	۳-۲-۸- مواد پلیمریزه شونده
۴۶	۳-۲-۹- مواد سرمازا
۴۷	۳-۲-۱۰- آزبستوس
۴۷	۳-۲-۱۱- نانومواد

فصل چهارم: خطرات ناشی از دستگاه‌های آزمایشگاهی

۵۱	۴-۱- دستگاه‌های سرمازا
۵۲	۴-۲- دستگاه‌های گرمازا
۵۳	۴-۳- انکوباتور
۵۴	۴-۴- اتوکلاو
۵۵	۴-۵- دستگاه اولتراسونیک
۵۷	۴-۶- سانتریفیوژ
۵۸	۴-۷- پمپ
۵۹	۴-۸- کمپرسور
۶۰	۴-۹- دستگاه‌های فشار بالا
۶۱	۴-۱۰- کپسول‌های گاز
۶۲	۴-۱۱- وسایل شیشه‌ای تحت فشار و لوله‌های لحیم شده

۶۹	۴-۱۲- دستگاه‌های تحت خلا
۷۱	فصل پنجم: وسایل مصرفی و مواد زائد در آزمایشگاه
۷۲	۵-۱- شستشوی ظروف آزمایشگاهی
۷۲	۵-۲- شیشه‌آلات و وسایل تیز
۷۳	۵-۳- جمع‌آوری مواد زائد آزمایشگاهی
۷۳	۵-۴- طبقه‌بندی و نحوه دور ریختن ضایعات شیمیایی
۷۴	۵-۵- روش‌های خنثی‌سازی مواد زائد آزمایشگاهی
۷۴	۵-۵-۱- پخش شدن مواد شیمیایی و تمیزکاری آنها
۷۴	۵-۵-۲- پخش شدن جیوه
۷۵	۵-۵-۳- پسماندهای روغنی
۷۵	۵-۵-۴- پسماندهای مایع
۷۵	۵-۵-۵- روش تخریب اسیدهای معدنی
۷۵	۵-۵-۶- روش تخریب اسیدهای آلی
۷۶	۵-۵-۷- روش تخریب الکل‌ها
۷۶	۵-۵-۸- روش تخریب قلیاهای معدنی
۷۷	علائم هشداردهنده

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱) - چشم‌شوی اضطراری و علائم مربوط به آن	۳
شکل (۲-۱) - انواع عینک و شیلد محافظ	۵
شکل (۳-۱) - انواع ماسک تنفسی	۸
شکل (۴-۱) - انواع سوختگی با مواد شیمیایی	۱۰
شکل (۵-۱) - انواع دستکش‌های محافظ	۱۱
شکل (۶-۱) - علائم هشداردهنده پوشیدن کفش در محیط آزمایشگاه	۱۲
شکل (۱-۲) - هود شیمیایی	۱۶
شکل (۲-۲) - هود بیولوژیکی	۱۹
شکل (۱-۴) - دستگاه‌های سرمازا	۵۳
شکل (۲-۴) - دستگاه‌های گرمازا	۵۴
شکل (۳-۴) - انکوباتور	۵۵
شکل (۴-۴) - اتوکلاو	۵۷

۵۸	شکل (۴-۵) - اولتراسونیک
۵۹	شکل (۴-۶) - سانتریفیوژ
۶۰	شکل (۴-۷) - پمپ
۶۱	شکل (۴-۸) - کمپرسور
۶۶	شکل (۴-۹) - کپسول گاز

فصل اول

وسایل حفاظت شخصی



یکی از الویت‌های مهم در هر زمان و در هر مکان، حفظ سلامت هر یک از افراد شاغل در محیط‌های پرخطر مانند محیط آزمایشگاهی است. در این فصل در خصوص لزوم استفاده از وسایل حفاظت شخصی، انواع آنها و نحوه استفاده از آنها توضیح داده می‌شود. وسایل حفاظت شخصی، وسایل مورد نیاز برای افزایش ایمنی و سلامت افراد در حین فعالیت در محل آزمایشگاه هستند. انواع وسایل مربوطه به شرح زیر است:

۱-۱- وسایل حفاظت چشم و صورت، عینک ایمنی^۱ و محافظ صورت

با توجه به این که چشم‌ها رگ‌های فراوانی دارند، مواد شیمیایی را به سرعت جذب می‌کنند. به همین دلیل استفاده از عینک ایمنی برای افراد شاغل و یا بازدیدکننده در آزمایشگاه‌ها، انبار مواد شیمیایی، هنگام کار با وسایل شیشه‌ای تحت خلا یا تحت فشار و هنگام کار با موارد شیمیایی خورنده مانند اسید و باز، هنگام مته‌زنی، جوشکاری، سمباده‌زنی و چوب‌بری اجباری است.

توجه داشته باشید که ورود فقط یک قطره کوچک اسید یا باز به چشم، سبب آسیب شدید قرنیه و نابینایی می‌شود. برخلاف تصور، بازها موادی به مراتب خطرناک‌تر از اسیدها هستند. در صورت ورود اسید یا باز به چشم، پلک‌ها را با دست به صورت باز نگهداشته و به مدت حداقل ۲۰ دقیقه با آب فراوان با استفاده از چشم‌شوی نصب شده در آزمایشگاه شستشو دهید، سپس در اسرع وقت به پزشک مراجعه کنید. نمونه‌هایی از چشم‌شوهای اضطراری آزمایشگاهی به همراه علامت نشان‌دهنده محل قرارگیری آن نشان داده شده است.

¹ Safety Glasses



شکل (۱-۱) - چشم‌شوی اضطراری و علائم مربوط به آن

دقت شود که استفاده از لنز در آزمایشگاه ممنوع است. زیرا در صورت پاشش مواد یا اجسام خارجی به داخل چشم، هنگام شستشوی چشم به عنوان مانع عمل می‌کند و منجر به آسیب شدید به چشم می‌شود. لنزها می‌توانند بخارات شیمیایی و گردوغبار را به راحتی جمع‌آوری کنند.

عینک ایمنی باید دارای حفاظ جانبی اطراف چشم باشد تا به صورت کامل از پاشش مواد شیمیایی به داخل چشم جلوگیری کند. نمونه‌هایی از عینک ایمنی در بازار موجود هستند که امکان استفاده از آنها با عینک طبی به صورت همزمان وجود دارد.

اثرات مواد شیمیایی مختلف بر روی چشم به شرح زیر است:

نام ماده	اثر آن
اسید	آسیب به بافت چشم
قلیا (باز)	از بین رفتن سلول‌های چشم و نفوذ مواد به عمق چشم
آرسنیک و اکسیدهای آن	خارش، سوزش، آبریزش همراه با نورهراسی ^۱
سرب	ایجاد نابینایی بدون آسیب آشکار به عصب بینایی
جیوه	تغییر رنگ کپسول عدسی چشم به قهوه‌ای رنگ
الکل متیلیک	درد چشم، نورهراسی، تنگی میدان دید، آسیب به شبکیه، کوری
نقره	ایجاد رنگ خاکستری در نواحی تحتانی پلک‌ها و عدسی
لیزر	آسیب به قرنیه و شبکیه، نورهراسی و سوزش چشم
نور مادون قرمز	آسیب به قرنیه، عنبیه و عدسی
نور فرابنفش	آسیب به قرنیه و سوختگی آن
دی سولفید کربن	کاهش واکنش مردمک چشم
اشعه‌ها	سرطان چشم

¹ Photophobia

در ادامه انواع عینک های محافظ و ابزارهای حفاظت چشم آورده شده است:

انواع عینک محافظ



انواع شیلد محافظ



شکل (۱-۲) - انواع عینک و شیلد محافظ

۱-۲- محافظت از دستگاه تنفسی (ماسک‌ها)

هر فرد حاضر در آزمایشگاه موظف است با توجه به ماده شیمیایی که با آن سروکار دارد و با هماهنگی کارشناس آزمایشگاه، ماسک موردنیاز را استفاده کند. کمترین آسیب هنگام کار با مواد شیمیایی بدون استفاده از ماسک، آسیب به مخاط بینی و ریه است که در موارد شدید حتی منجر به مرگ می‌شود. انواع ماسک‌ها عبارتند از:

- **ماسک ضد گردوغبار:** ماسک‌های ساده‌ای که از ورود گردوغبار به ریه جلوگیری می‌کنند و مانع از آسیب‌های تنفسی می‌شوند.

- **ماسک ضدبخار و گاز:** بخارات مواد شیمیایی را خنثی می‌کنند. برای مواد شیمیایی مختلف، ماسک‌های مختلفی وجود دارد.

استفاده از پشم شیشه مطلقاً ممنوع است زیرا ورود آن به ریه سبب ایجاد سرطان ریه می‌شود. در صورت استفاده از پشم شیشه، حتماً ماسک بزنید. سپس پشم شیشه را از دستگاه جدا کرده و در نایلون بسته‌بندی کنید و به کارشناس تحویل دهید تا آن را دور بیندازد. از مواد جایگزین برای پشم شیشه استفاده کنید. انتخاب نوع ماسک بستگی به میزان اکسیژن موجود دارد.

انواع فیلترهای ماسک

فیلتر A	بخارات آلی
فیلتر B	بخارات غیرآلی (معدنی)
فیلتر R	بیولوژیکی
فیلتر ترکیبی ABR	بخارات آلی، غیرآلی و بیولوژیکی
فیلتر Hg	جیوه
فیلتر E	غبارات و بخارات اسیدی
فیلتر K	آمونیاک
فیلتر P	گرد و غبار
فیلتر CO	کربن مونوکسید
فیلتر FFP2(3)	ذرات معلق (ریزتر)



شکل (۱-۳) - انواع ماسک تنفسی

مواد شیمیایی مانند آلدئید، آکریلات، ایزوسیانات، اتیلن اکساید، فورفورال، غبارات چوب، آمین‌ها، کلر هگزیدین، گلیکول، نیکل، کروم، کبالت، هگزاکلروفن، هیدرآلازین، هیدروکینون، پنتا اکسید وانادیوم، اسیدها، گرده گیاهان، موی گربه، ترشحات بدن حیوانات، گردوغبار پشم، اسپور برخی از قارچ‌ها، نمک‌های پلاتین، پروتئین‌ها، پلی‌پتیدها، کلر، آمونیاک، دی‌اکسید گوگرد، اسید پلی‌کاتیک، ایزوسیانات و فنتایک انیدرید منجر به بیماری آسم می‌شوند. مواد شیمیایی مانند آرسنیک، پلی‌سیکلیک آروماتیک هیدروکربن (PHA) مانند قیر، مازوت و قطران، آزبست، نیکل، کروم، سیلیس، گاز رادون، بیس کلرومتیل‌اتر می‌توانند منجر به سرطان ریه شوند.

۱-۳- محافظت از دست‌ها و بازوها: دستکش ایمنی

تمام افراد حاضر در آزمایشگاه بایستی از دستکش محافظ استفاده کنند. انتخاب دستکش مناسب بایستی با مشورت با کارشناس آزمایشگاه و با توجه به مورد کاربرد آن انتخاب شود. از دستکش‌های یکبار مصرف بیشتر از یک بار استفاده نکنید. زیرا کارائی لازم برای حفاظت از دست‌های شما را ندارد. هنگام پوشیدن مجدد دستکش، دست‌های شما به مواد آلوده آغشته می‌شود و تمام مواد مضر جذب پوست شما می‌شود. اگر استفاده از دستکش یکبار مصرف برای شما مقرون به صرفه نیست بهتر است از دستکش‌های ظرفشویی خانگی استفاده کنید و پس از هر بار استفاده آن را کامل بشوئید. در صورت هر گونه بریدگی یا بدرنگ شدن دستکش آن را دور بیندازید. استفاده از دستکش در برخی افراد سبب ایجاد حساسیت‌های پوستی شده است. چنانچه شما نیز جزو این دسته از افراد هستید:

- از دستکش با جنس غیرپلاستیکی استفاده کنید.
- از دستکش پلاستیکی بدون حساسیت یا حاوی پودر استفاده کنید. پودر موجود در دستکش‌های جراحی برای جلوگیری از عرق کردن دست‌ها در حین کار است.
- از دستکش نخی زیر دستکش پلاستیکی استفاده کنید.

برای درآوردن دستکش دقت کنید که دست‌تان به دستکش آلوده برخورد نکند. ابتدا گوشه پایین آن را گرفته و به سمت بالا بکشید، از بیرون کشیدن دستکش از قسمت انگشتان خودداری کنید زیرا آلودگی به دست شما منتقل می‌شود.

هنگام کار با اسید یا باز از دستکش‌های مخصوص ضد اسید استفاده کنید. زیرا یک قطره بسیار کوچک اسید یا باز آسیب جدی به پوست شما وارد می‌کند. هنگام کار با مواد خورنده و نفوذکننده در پوست (آمین‌های معطر و مشتقات نیتروژن‌دار و ...) از دستکش لاتکس ظریف نرم استفاده کنید. هنگام کار با نیتروژن‌آمین، همزمان از دو دستکش لاتکس و دستکش وینیل استفاده کنید. برای تماس با مواد سمی و خورنده، از دستکش یکبار مصرف استفاده کنید. هنگام باز و بسته کردن اتصالات شیشه‌ای و دماسنج، از دستکش پارچه‌ای استفاده کنید.

پس از هر آزمایش، شستن دست‌ها مفید است اما پس از کار با موادی مانند مواد سمی (سیانیدها)، مواد آلرژی‌زا (کینون‌ها) و مواد فعال زیستی (هورمون‌های استروژن و آکولوییدها) شستن دست‌ها اجباری است.



شکل (۴-۱) - انواع سوختگی با مواد شیمیایی



شکل (۱-۵) - انواع دستکش‌های محافظ

۴-۱- محافظت از پاها

در هنگام فعالیت در آزمایشگاه، وقایعی مانند پاشش مواد شیمیایی، برخورد اجسام سنگین و لیز خوردن سلامت پاهای شما را تهدید می‌کنند. بنابراین استفاده از کفش مناسب اجباری است. کفش شما بایستی حتماً جلوبسته و دارای جنس مناسب و دارای ارتفاع حداقل تا مچ پا باشد تا در صورت پاشش مواد شیمیایی از پاهای شما محافظت کند. استفاده از کفش روباز و دمپایی در آزمایشگاه ممنوع است. زیرا این نوع از کفش نمی‌تواند کارایی لازم در محافظت پاهای شما را داشته باشد. بخارات مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه، از پوست شما جذب می‌شود و احتمال لیز خوردن شما افزایش می‌یابد هنگامی که از دمپایی استفاده می‌کنید. سلامتی خود را در آزمایشگاه، قربانی راحتی و عدم استفاده از کفش نکنید. استفاده از کفش پاشنه بلند در فضای آزمایشگاه ممنوع است.



شکل (۱-۶) - علائم هشداردهنده پوشیدن کفش در محیط آزمایشگاه

۱-۵- روپوش آزمایشگاه

استفاده از روپوش در آزمایشگاه برای محافظت از لباس و جلوگیری از ریختن و پاشش مواد شیمیایی به بدن فرد اجباری است. روپوش آزمایشگاه بایستی به اندازه کافی بلند باشد تا تمام بدن فرد را بپوشاند. تا زدن آستین روپوش ممنوع است. زیرا مانع از حفاظت از دست‌های شما می‌شود. روپوش شما باید تا زیر زانو قرار بگیرد. دکمه‌های روپوش حتماً باید بسته باشد تا حفاظت کامل انجام شود. از پوشیدن هرگونه لباس اعم از کاپشن و غیره بر روی روپوش در محیط آزمایشگاه خودداری کنید.

روپوش متناسب با کار خود را با هماهنگی کارشناس آزمایشگاه انتخاب و تهیه نمایید. هنگام کار با مواد خورنده سمی و یا جابجا کردن ظروف حاوی اسید و باز به این نکات توجه کنید که روپوش شما باید در برابر مواد خورنده مقاوم باشد، جنس روپوش شما بایستی از جنس نسوز باشد. یک پیش‌بند از جنس نایلون، چرم، PVC یا پلی-وینیل کلراید و یا غیره باید تمام تن و سینه شما را بپوشاند. تاکید می‌شود در صورتی که حتی یک قطره از مواد فوق با پوست شما تماس پیدا کند ممکن است منجر به آسیب شدید و غیرقابل جبران شود.

یادتان نرود که اتفاق فقط یکبار می‌افتد!!!

اگر با مواد آتش‌زا کار می‌کنید روپوش شما باید جنس ضد اشتعال داشته باشد. روپوش‌ها حداقل هفته‌ای یک بار به صورت جداگانه از مابقی لباس‌های شما و در یک ظرف جداگانه و نه در ماشین لباسشویی شسته شود.

۱-۶- بهداشت فردی

محیط آزمایشگاه فضایی به شدت آلوده است بنابراین هر گونه فعالیتی که سبب تماس دست با دهان شود ممنوع است. در نتیجه غذا خوردن و آشامیدن و سیگار کشیدن در فضای آزمایشگاه کاملاً و اکیداً ممنوع است. در صورت نیاز به خوردن غذا و یا آشامیدن بایستی دست‌های خود را به صورت کامل بشوید، از آزمایشگاه خارج شوید و در فضای بیرون از آزمایشگاه غذای خود را بخورید و از ورود مواد شیمیایی به بدن خود جلوگیری کنید.



در یخچال حاوی مواد شیمیایی به هیچ عنوان مواد غذایی قرار ندهید حتی اگر در ظرف مواد شیمیایی و مواد خوراکی کاملاً بسته باشد. از دستگاه آون برای گرم کردن مواد غذایی استفاده نکنید این کار بسیار خطرناک است. به هیچ عنوان از دهان خود برای برداشتن مواد با استفاده از پپیت استفاده نکنید این کار سبب ورود بخارات مواد به سیستم تنفسی و گوارشی شما می‌شود که بسیار خطرناک است. مهمترین اقدام پیشگیرانه در آزمایشگاه شستن مکرر دست‌ها است. در صورت پارگی دستکش دست‌های خود را به صورت کامل و سریع بشوید و دستکش جدید استفاده کنید. در صورت آسیب به پوست در اثر شستشو از کرم مرطوب‌کننده استفاده کنید.

نکات مهم:

- ورود به آزمایشگاه در صورت داشتن آرایش ممنوع است زیرا مواد آرایشی با بخارات مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه واکنش می‌دهند و منجر به آسیب پوست می‌شوند.
- آقایان دارای موی سر بلند حتماً باید موهای خود را ببندند تا از تماس آنها با مواد و سطوح آلوده خودداری شود و نیز از گیرکردن موها در وسایل متحرک مانند سانتریفیوژ جلوگیری شود.
- هنگام کارکردن با وسایل دوار نظیر پمپ یا کمپرسور از چادر استفاده نکنید زیرا احتمال گیر کردن آن در دستگاه وجود دارد که سبب آسیب به شخص خواهد شد.
- استفاده از جواهرات و زیورآلات ممنوع است زیرا احتمال آسیب به جواهرات، گیرکردن آنها در وسایل و نیز آلوده شدن به مواد آلاینده وجود دارد.
- از قرار دادن وسایل شخصی خود مانند کیف، گوشی موبایل و جزوه در مجاورت ظروف حاوی مواد شیمیایی و سایر تجهیزات آزمایشگاه خودداری نمایید.
- اگر اطلاعات خود را درون یک دفتر یادداشت می‌کنید سعی کنید از بردن و آوردن آن دفتر به خارج از فضای آزمایشگاه خودداری کنید زیرا این امر سبب انتقال آلودگی به فضای بیرونی می‌شود.
- کار کردن در آزمایشگاه در زمانی که تنها هستید کار درستی نیست. اگر مجبور هستید به صورت انفرادی در آزمایشگاه فعالیت کنید حتماً به واحد حراست (نگهبانی) یا خانواده خود اطلاع دهید تا با استفاده از تماس تلفنی و یا بازدیدهای زمان‌بندی شده از موقعیت و سلامت شما اطمینان حاصل کنند.

فصل دوم

تجهیزات و وسایل ایمنی در آزمایشگاه



در این فصل در خصوص انواع تجهیزات آزمایشگاهی که جهت افزایش ایمنی در آزمایشگاه استفاده می‌شوند توضیح داده می‌شود. از جمله این موارد می‌توان به هودهای شیمیایی، کپسول‌ها و جعبه کمک‌های اولیه و چگونگی برخورد در صورت بروز زخم و خونریزی و نیز آمینی در سیستم برق تجهیزات نامبرده و محیط آزمایشگاه اشاره کرد.

۱-۲- هودهای شیمیایی

هود فضایی است که به منظور محصور کردن و تخلیه گردوغبار، هاله‌ی مه^۱ و فیوم^۲‌های تولید شده در اثر کار با مواد شیمیایی و ذرات آئروسول استفاده می‌شود و سبب حفاظت از افراد در برابر این مواد می‌شود. هنگام کار با مواد فرار، سمی و شیمیایی حتماً باید از هود استفاده شود در غیر این صورت بخارات مواد از طریق دستگاه تنفسی و پوست وارد بدن شده و سبب آسیب جدی به بدن می‌شود.



شکل (۱-۲) - هود شیمیایی

^۱ Mist

^۲ Fume

همزدن، انتقال مایعات از یک ظرف به ظرف دیگر یا مخلوط کردن مواد توسط چرخاندن با مگنت و غیره همگی می‌تواند سبب تولید ذرات آبروسل و قطرات ریز شوند. آبروسل‌هایی با قطر کمتر از ۵ میکرومتر و ذرات ریز مایع با قطر ۵ تا ۱۰۰ میکرومتر که چشم غیرمسلح قابل رویت نیستند و دانشجویان معمولاً از وجود چنین ذراتی که می‌تواند آلوده کننده سطوح کار و ابزار آزمایشگاه شوند و یا مستقیماً توسط آنها تنفس شوند، آگاهی ندارند. واکنش‌های شیمیایی حتماً بایستی در زیر هود انجام شود و از انجام آنها در محیط آزمایشگاه خودداری شود. در هنگام کار با هود رعایت موارد زیر ضروری است:

- هنگام کار با هود دست‌ها بایستی تا آرنج در داخل محفظه قرار بگیرد تا جایی که امکان دارد زیر هود را مرتب و بدون وسایل اضافی نگهدارید. وجود وسایل بسیار در زیر هود سبب مختل شدن عملکرد آن می‌شود. هوای ورودی به داخل هود می‌تواند در اثر حرکات، رفت‌وآمدهای افراد نزدیک به هود، باز و بسته شدن درها و پنجره‌های باز مختل شود. بنابراین محل قرارگیری این تجهیزات در آزمایشگاه باید در محلی با رفت و آمد کمتر و دور از جریان‌های شدید هوا باشد.

نکته مهم: هنگام کار کردن با هود بایستی درب آزمایشگاه، تمام پنجره‌ها و تمام راه‌های خروجی به بیرون بسته باشد در غیر اینصورت مکش هود به خوبی انجام نمی‌شود و حتی جهت حرکت هوا برعکس شده و بخارات و مواد شیمیایی دوباره به محیط آزمایشگاه برگردانده می‌شوند.

- در صورتی که هوای آزمایشگاه آلوده شد یا ماده‌ای بر روی زمین ریخت، بهتر است در اسرع وقت پنجره‌ها را ببندید، هود آزمایشگاه را روشن کنید، از فضای آزمایشگاه خارج شوید و درب آن را ببندید. به مدت نیم‌ساعت صبر کنید تا هوای آزمایشگاه عاری از آلاینده شود.

- در حین کار، شیشه هود را تا جایی که امکان دارد پایین بکشید و سپس کار کنید.

- تا حد امکان از خود دور بایستید، حداقل ۱۵ سانتیمتر فاصله لازم است. تا جایی که امکان دارد در قسمت انتهایی هود کار کنید و حداقل ۱۵ سانتیمتر از ابتدای آن فاصله بگیرید زیرا ممکن است قدرت مکش هود در قسمت جلویی دهانه آن ۱۰۰٪ نباشد.
- به هیچ عنوان به هود تکیه ندهید زیرا حرکت هوا مختل می شود و سر شما در معرض هوای آلوده قرار می گیرد.
- هنگام کار با مواد قابل اشتعال از قراردادن وسایل الکتریکی درون هود خودداری کنید.
- در صورت ریختن هر گونه ماده شیمیایی در داخل هود سریعاً آن را تمیز کنید.
- مواد ناسازگار با یکدیگر را در داخل هود قرار ندهید.
- هنگامی که از هود استفاده نمی کنید درب آن را ببندید.
- در هنگام روشن بودن هود نباید از شعله روشن استفاده کنید زیرا علاوه بر ایجاد اختلال در جریان هوا سبب تولید گازهای خطرناک در حضور مواد شیمیایی می شود.
- ضایعات مواد شیمیایی را در سینک درون هود و در سینک آزمایشگاه نریزید زیرا این ضایعات وارد فاضلاب شهری شده، به منابع آب های زیرزمینی راه پیدا می کنند و برخی از این مواد مانند ترکیبات کلردار به هیچ عنوان از آب جدا نمی شوند در نتیجه به سلامت انسان لطمه زیادی وارد می کند.

۲-۲-هودهای بیولوژیکی

قبل و بعد از استفاده از هود، تمام سطوح آن همچنین پشت و جلوی شیشه را با الکل ۷۰ درصد و یا مایع سفیدکننده رقیق شده ۱۰ درصد ضدعفونی کنید. اگر برای پاکسازی نهایی از مایع سفیدکننده استفاده می کنید دقت شود که باید تمام سطوح با یک دستمال جاذب کاملاً خشک شوند. بعد از هر آزمایش و بعد از ضدعفونی کردن فضای داخل هود لامپ UV آن را به مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه روشن بگذارید. برای شروع آزمایش لامپ UV را خاموش کنید و لامپ فلورسنت را روشن کنید. به طور مرتب سطح لامپ UV موجود در هود را با یک دستمال

تمیز کنید تا غبار و ذرات نشسته بر سطح لامپ مانع از تابش مناسب اشعه نشود. در صورت ریختن مواد آلوده بر سطح هود بایستی بلافاصله سطح را با یک ضدعفونی کننده مناسب تمیز کرده و وسایل یا لایه های جاذب آلوده شده را اتوکلاو کنید. لازم است پنج دقیقه پس از اتمام کار هود را روشن بگذارید. هنگام کار حتماً روپوش آزمایشگاهی بپوشید و در صورت نیاز از دستکش استفاده کنید.



شکل (۲-۲) - هود بیولوژیکی

۲-۳- خطرات ناشی از جریان برق

خطرات ناشی از جریان برق به دو دسته مخاطرات اولیه و ثانویه تقسیم می شود:

- مخاطرات اولیه: شوک الکتریکی، سوختگی ناشی از حرارت و قوس الکتریکی، آتش سوزی و انفجار ناشی از جرقه و الکتریسیته ساکن
- مخاطرات ثانویه: سقوط از ارتفاع، پرتاب ابزار کار یا اشیاء

نکات ایمنی هنگام کار با جریان برق به شرح زیر است:

- سیم و کابل‌های برق را داخل یک قطعه پلاستیکی قرار دهید.
- سیم ارت^۱ هر دستگاه را حتما وصل کنید.
- از دستکش عایق (که ولتاژ مناسب روی آن درج شده است) استفاده کنید. روی دستکش عایق، یک لایه دستکش چرمی محکم و فاقد دکمه‌های فلزی بپوشید.
- هنگام کار با دستگاه‌های برقی، روی چهارپایه، سکو و یا فرش‌هایی که کاملاً عایق شده‌اند بایستید.
- تمام ابزارهای کار یا تعمیر مانند انبردست، آچار پیچ‌گوشتی و ... بایستی دارای دسته‌ی عایق قوی و محکم باشند.
- کلیه دستگاه‌های برقی قابل حمل بایستی دارای روپوش عایق باشند.

۲-۴- خطرات ناشی از آتش‌سوزی

برای معرفی انواع کپسول‌های اطفای حریق، ابتدا به شرح مختصر انواع حریق پرداخته می‌شود.

نوع A	جامداتی مانند چوب که در آنها اطفای حریق از طریق خنک کردن انجام می‌شود. خاموش‌کننده‌های این نوع از آتش، علامت مثلثی شکل و سبز رنگ با نشان A دارند.
نوع B	مایعاتی مانند بنزین، الکل، استن. جامداتی که قابلیت مایع شدن دارند (مواد نفتی و روغن نباتی) اطفای حریق از طریق خفه‌کردن آن است.
نوع C	خاموش‌کننده‌های این نوع از آتش، علامت مربعی شکل و قرمز رنگ با نشان B دارند. گازهایی مانند بوتان و مایعاتی که قابلیت تبدیل شدن به گاز دارند مانند گاز مایع و گاز شهری. اطفای حریق از طریق خفه‌کردن آن و سد کردن مسیر نشت است.
نوع D	فلزات قابل احتراق مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، اورانیوم. خاموش‌کننده‌های این نوع از آتش، علامت ستاره زرد رنگ با نشان D دارند.

¹ Earth

نوع E	تجهیزات برقی مانند اتصالات جعبه برق. خاموش کننده‌های این نوع از آتش، نشان E دارند.
نوع F	حریق در آشپزخانه و مواد سوختنی مهم آن مانند چربی‌ها و روغن‌های آشپزی. خاموش کننده‌های این نوع از آتش، نشان F دارند.

۲-۴-۱- کپسول‌های اطفاء حریق

کپسول محتوی آب	مناسب برای خاموش کردن مواد جامد معمولی قابل احتراق و ترکیبات آلی از این کپسول‌ها در آزمایشگاه استفاده نمی‌شود زیرا سبب گسترش حریق می‌شوند.
کپسول مولد کف (Foam)	کف با ایجاد مانع، از رسیدن اکسیژن به آتش جلوگیری کرده و سبب خاموش شدن آن می‌شود. این نوع از کپسول‌ها برای گروه A (کاغذ، چوب و منسوجات) و گروه B (مایعات قابل اشتعال) مناسب هستند. اما از این کپسول‌ها برای گروه C (گازهای قابل اشتعال)، گروه d (فلزات) و جریان الکتریسیته (e) نمی‌توان استفاده کرد.
کپسول پودری	برای انواع حریق A، B، C و D مناسب هستند. این کپسول‌ها هر ۳ ماه یکبار بایستی شارژ شوند و هر ۲ سال یکبار باید تست بدنه توسط کارخانه سازنده ساخته شود.
کپسول CO ₂	برای انواع حریق A، B، C، E و F مناسب هستند. کپسول‌های CO ₂ خاموش کننده های قوی هستند که تا زمانی که مصرف نشوند نیاز به شارژ ندارند و هنگام استفاده بهتر است به صورت جارویی استفاده شوند. استفاده از گاز CO ₂ سبب خسارت به مواد موجود در محیط حریق نمی‌شود و این گاز مانع از هدایت برق می‌شود.

برای قراردادن کپسول در داخل ساختمان بایستی دقت شود:

- دسترسی به آن آسان بوده و از آسیب های فیزیکی در امان باشد.
- با قرار دادن تجهیزات و مواد شیمیایی، از معرض دید پنهان نشود.
- نزدیک ورودی و خروجی و گذرگاه ها باشد.
- در فاصله ای از کف نصب شود به گونه ای که روی زمین قرار نگیرد و حداقل ۱۰ سانتیمتر از آن فاصله داشته باشد.

۲-۴-۲- دستورالعمل خاموش کردن آتش با کپسول اطفای حریق

Pull	ضامن کپسول را بکشید
Aim	نازل کپسول را به سمت آتش نشانه بگیرید
Squeeze	دسته کپسول را به سمت پایین فشار دهید
Sweep	نازل را با حرکت به سمت راست و چپ، شبیه جارو زدن حرکت دهید.

۲-۴-۳- نکات مهم هنگام استفاده از کپسول اطفای حریق

- طول پرتاب مواد خاموش کننده بین ۴ تا ۶ متر است، نیاز نیست بیش از حد به آتش نزدیک شوید.
- خاموش کننده را در جایی قرار دهید که در معرض دید باشد.
- ارتفاع قرارگیری خاموش کننده نباید خیلی بالا یا نزدیک زمین باشد، بهتر است ارتفاع قاعده کپسول از سطح زمین ۱/۱ متر باشد.
- خاموش کننده را در معرض تابش نور خورشید و یا در جای مرطوب قرار ندهید.
- هنگام خاموش کردن آتش در فضای باز اجازه ندهید آتش بین شما و راه خروج قرار بگیرد بلکه شما بایستی در موقعیت بین راه خروجی و آتش قرار بگیرید تا در صورت نیاز سریعاً از محل خارج شوید.
- برای اطفاء حریق مایعات در ظروف، پودر را به داخل مایع نکوبید زیرا فشار باعث به خارج پاشیده شدن مایع و گسترش حریق می شود پس پودر را روی سطح مایع بپاشید.
- در حریق های روی زمین، خاموش کردن را از جلو آغاز کرده و با به عقب راندن آتش پیشروی کنید.

از جمله نکات ایمنی مهم هنگام وقوع آتش سوزی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سعی کنید تمام افراد را از ساختمان بیرون ببرید.

- با رعایت جوانب احتیاط به خاموش کردن آتش بپردازید.
- به هیچ وجه وارد ساختمان آتش گرفته نشوید مگر آن که مجهز به ماسک تنفسی و نحوه استفاده از آن باشید.
- اگر به هر دلیلی ناچار شدید وارد اتاق پر از دود شوید، ابتدا مطمئن شوید که این کار جانتان را به خطر نمی‌اندازد.
- قبل از فرار از اتاقی که درب آن بسته است ابتدا درب را لمس کنید اگر داغ بود از خروجی‌های دیگر استفاده کنید.
- اگر در یک ساختمان آتش گرفته گرفتار شدید فوراً به اتاقی که دارای پنجره است بروید و در را ببندید. سپس یک پتو یا فرش را طوری زیر درب قرار دهید که دود وارد اتاق نشود و از طریق پنجره تقاضای کمک کنید.
- اگر دود، حرارت یا شعله‌های آتش مسیرهای خروجی شما را مسدود کرده است سریعاً درب را ببندید و در اتاق بمانید. با استفاده از یک پارچه به رنگ روشن از طریق پنجره کمک بخواهید. اگر در اتاق تلفن وجود دارد به اداره آتش‌نشانی زنگ بزنید و موقعیت خود را اطلاع دهید.
- زمانی که در جریان حریق واقع می‌شوید با حفظ خونسردی تهویه‌های ساختمان را خاموش کنید تا از ورود اکسیژن به داخل ساختمان جلوگیری شود.
- امدادگران یا افرادی که در جریان حریق واقع شده‌اند باید لباس‌های دارای الیاف مصنوعی و پلاستیکی را از خود دور کنند.
- در خاموش کردن آتش ناشی از مواد نفتی از آب استفاده نکنید.
- ظروف مشتعل را حرکت ندهید. شعله را با شن، نمک، پتوی نمناک یا پوشش‌های دیگر خفه کنید.

بعد از وقوع آتش‌سوزی و برای نجات مصدوم از اتاق پر از دود نکات ایمنی زیر را در نظر بگیرید:

- ابتدا مطمئن شوید که برای نجات مصدوم جان خود را به خطر نمی‌اندازید. سپس یک طناب نجات به کمر خود ببندید و آن را به دست یکی از حاضران بدهید. دستمال خیس به دور دهان و بینی خود ببندید تا از شما در برابر گاز یا دودهای سمی محافظت کند.
- برای نجات جان مصدوم از اتاق آتش‌گرفته که درب آن بسته است، قبل از ورود با لمس درب اتاق، حرارت را بسنجید. اگر درب داغ بود وارد اتاق نشوید و اگر داغ نبود قبل از ورود به اتاق چند نفس عمیق بکشید تا خون شما پر از اکسیژن شود. سپس با شانه خود از پهلوی به درب ضربه بزنید آن را باز کنید و در همین حال صورت خود را برگردانید. اتاق ممکن است پر از هوای سوخته فشرده باشد که احتمال دارد هر لحظه انفجار رخ دهد اگر دود کاملاً متراکم است، روی زمین سینه‌خیز بروید. چون با توجه به اینکه هوای داغ بالا می‌رود ممکن است لایه‌ای از هوای تمیز در اتاق وجود داشته باشد. مصدوم را بگیرید و با رعایت تمام جوانب ایمنی به سرعت او را به سمت در خروجی بکشید. لباس سوخته او را با استفاده از پتو، گلیم و یا کت خاموش کنید. اگر مصدوم هوشیار است کاملاً از او مراقبت کنید چون ممکن است بر اثر نیم‌سوز شدن اشیاء داخل اتاق، گاز مونوکسیدکربن در هوای اتاق پراکنده شده باشد که این امر بر هوشیاری مصدوم به تدریج اثر می‌گذارد.

۲-۵- کمک‌های اولیه

- شخص کمک‌کننده نیازی به اطلاعات تخصصی پزشکی یا پرستاری ندارد. همه افرادی که اصول کمک‌های اولیه را آموزش دیده‌اند می‌توانند با کمک صحیح و به موقع باعث جلوگیری از مرگ حتمی مصدومین و یا افزایش عوارض شوند. در هر رویدادی باید دقت شود که امدادگر مراحل زیر را به ترتیب و با تسلط کامل انجام دهد:
- دور کردن شخص مصدوم یا مجروح از محیط خطرناک (مانند ریزش کوه و آوار، آتش‌سوزی، غرق‌شدگی و ...)
 - بازرسی راه‌های تنفسی و کنترل علائم حیاتی بدن (مانند نبض، فشار خون و تنفس)

- جلوگیری از خونریزی، کنترل علائم مسمومیت و اقدام به نجات مصدوم
- کنترل شکستگی‌ها و انجام کمک‌های اولیه

۲-۵-۱- زخم و خونریزی

با توجه به نوع عروق آسیب دیده، خونریزی‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- **خونریزی سرخرگی:** این خونریزی به دلیل سرعت زیاد جریان خون به صورت جهنده و با فشار زیاد است. به آسانی مهار نمی‌شود و در مواردی که منجر به قطع عضو می‌شود به دلیل ضربه وارده، ممکن است سرخرگ به طور کامل و شدیداً منقبض شده و خونریزی قطع شود.
- ۲- **خونریزی سیاهرگی:** سیاهرگ‌ها شامل خون‌تیره هستند و جریان خون در آن آرام است. در نتیجه این خونریزی بدون جهش و فشار است و آسان‌تر از خونریزی سرخرگی مهار می‌شود. خطر جدی خونریزی سیاهرگی، ورود هوا به درون خون و بروز مرگ ناگهانی است.
- ۳- **خونریزی مویرگی:** خون موجود در مویرگ‌ها مخلوطی از خون سرخرگ و سیاهرگ است. خون معمولاً از زخم نشت می‌کند و مقدار خون از دست رفته نیز کم است. معمولاً فشار روی زخم برای مهار خونریزی کفایت می‌کند و در بسیاری مواقع حتی بدون درمان روی زخم خود به خود لخته می‌بندد و خونریزی مهار می‌شود.

نکته مهم: هیچ‌گاه جسم نوک تیز، شیشه و غیره را از درون زخم بیرون نکشید.

۲-۵-۱-۱- زخم و بریدگی‌های کوچک

اگر زخم جزئی است ابتدا با ریختن آب سرد روی زخمی خونریزی را بند بیاورید، محل زخم را با آب و صابون شستشو دهید و سپس با یک گاز استریل و باند موجود در جعبه کمک‌های اولیه آن را ببندید.

۲-۵-۱-۲- زخم و بریدگی‌های بزرگ

سریعا به اورژانس اطلاع دهید و تا رسیدن آنها اقدامات زیر را انجام دهید:

- مصدوم را به پشت بخوابانید و پاها را در وضعیت زانو خمیده بالا ببرید.
- لباس مصدوم را آزاد کنید و اندام زخمی را بی حرکت کنید.
- اگر خونریزی در قسمت سر و گردن است، سر و گردن را بالاتر از قسمت‌های دیگر بدن قرار دهید.
- از بستن بالای قسمت عضو آسیب‌دیده خودداری کنید زیرا اگر این کار به درستی انجام نشود و بیش از حد سفت بسته شود این امر منجر به آسیب دائمی عضو و گاهی قطع عضو می‌شود.
- در صورتی که خون لخته شده باشد، از کندن و تمیز کردن آن خودداری کنید زیرا این کار سبب خونریزی مجدد می‌شود.

۲-۵-۱-۳- روش‌های مهار خونریزی

برای این کار می‌توانید از روش‌های زیر استفاده کنید:

- ۱- **بالا نگهداشتن عضو آسیب‌دیده:** تا به علت نیروی جاذبه فشار خونریزی کمتر شود. در صورت وجود شکستگی در عضو، استفاده از این روش دچار محدودیت می‌شود.
- ۲- **فشار مستقیم بر روی محل خونریزی:** قرار دادن گاز استریل بر روی زخم و نگهداشتن و فشار دادن با دست یا قرار دادن گاز استریل روی زخم و محکم کردن آن با باند. چنانچه در این محل‌ها شکستگی استخوانی باشد در استفاده از این روش محدودیت وجود دارد.
- ۳- **فشار بر روی نقاط فشار:** منظور از نقاط فشار نقاطی هستند که شریان یا همان سرخرگ اصلی از آن عبور کرده است.

نکته: در موارد شکستگی، سوختگی و خونریزی‌های خفیف می‌توان از کیسه‌های حاوی یخ در محل ضایعه استفاده کرد تا علاوه بر کاهش درد و تورم باعث کاهش خونریزی نیز شود. توجه داشته باشید که استفاده از سرما

به تنهایی نمی‌تواند در کنترل خونریزی موثر باشد و باید همراه با اقدامات دیگر انجام شود. برای جلوگیری از سرمازدگی، کمپرس سرما را بیش از ۲۰ دقیقه ادامه ندهید.

۲-۵-۱-۴- خونریزی داخلی

اگر خون پس از خروج از رگ در داخل حفره‌ای از بدن ریخته و محل خونریزی مشخص نشود، خونریزی داخلی نامیده می‌شود مانند خونریزی در جمجمه و مجاری گوارشی.

در مورد خونریزی‌های داخلی مهمترین کار، رساندن بیمار به مرکز درمانی است. بهترین اقدامات به ترتیب انجام آنها عبارتند از:

۱- کنترل علائم حیاتی و راه‌های هوایی

۲- قرار دادن بیمار در بهترین وضعیت مثلاً اگر بیمار دچار تهوع و استفراغ‌های مکرر است او را به پهلو خوابانده و اگر خونریزی داخلی اندام‌ها (دست و پا) است اندام را بالا نگه دارید.

۳- در صورت امکان به بیمار اکسیژن داده و به او هیچ چیزی نخورانید.

۴- در اولین فرصت ممکن بیمار را به مرکز درمانی انتقال دهید.

نکته: در صورت ضربه به سر و استفراغ‌های مکرر، زنگ خطر بزرگی برای احتمال خونریزی داخل مغزی است که می‌تواند باعث مرگ مصدوم شود. همچنین خروج مایع مغزی نخاعی که همانند آبریزش بینی از بینی و مایع شفاف از گوش است از علائم ضربه مغزی می‌باشد.

۲-۵-۲- ضربه مغزی

سر مصدوم را بالاتر از سایر اندام‌ها قرار دهید. از خروج مایع مغزی نخاعی به بیرون جلوگیری نکنید و هر چه سریع‌تر مصدوم را به مرکز درمانی انتقال دهید. در صورت ضربه به شکم، دل‌درد شدید زنگ خطر بزرگی جهت اعلام خونریزی داخل شکم است و در صورت عدم توجه باعث مرگ مصدوم خواهد شد.

۲-۵-۳- سوختگی

سوختگی در آزمایشگاه ممکن است به دلیل حرارت، مواد شیمیایی و برق رخ دهد.

۲-۵-۳-۱- سوختگی با حرارت

در صورت سوختگی در اثر حرارت اقدامات زیر را انجام دهید:

- محل سوختگی را توسط آب خنک و تمیز بشویید.
 - محل زخم را با گاز استریل پانسمان کنید.
 - در صورت وخامت مصدوم را به بیمارستان ببرید.
- نکته مهم:** در سوختگی با ماده شیمیایی و حرارت، لباس‌های چسبیده به زخم را هرگز جدا نکنید. از دویدن فرد جلوگیری کنید و لباس‌های مستعد آتش گرفتن را در بیاورید.
- اگر سوختگی شدید است به اورژانس اطلاع دهید و تا رسیدن آنها اقدامات زیر را انجام دهید:
- بیمار را از سمتی که دارای کمترین سوختگی است دراز بخوابانید.
 - لباس‌های چسبیده به زخم را جدا نکنید.
 - وسایل آلوده کننده را از بدن بیمار جدا کنید.
 - زخم را توسط آب تمیز و خنک شستشو دهید.
 - محل زخم را با گاز استریل بپوشانید.
 - اگر بیمار قادر به نوشیدن است و زمان کافی دارید مایعات به مصدوم بنوشانید، بزرگسالان نصف لیوان، بچه‌های ۱-۱۲ ساله یک چهارم لیوان و کمتر از یک سال یک هشتم لیوان.

۲-۵-۳-۲- سوختگی با مواد شیمیایی

این سوختگی‌ها جدی هستند. در این حالت لباس آلوده را درآورده و محل سوختگی را با آب فراوان شستشو دهید. دقت کنید که شستشو حداقل برای ۲۰ دقیقه انجام شود سپس اقدامات همانند سوختگی با حرارت انجام شود.

اگر ماده شیمیایی وارد چشم شد پلک چشم را با دست کامل باز نگهدارید و برای مدت ۲۰ دقیقه با آب فراوان بشویید. توجه کنید سمت ورود آب به چشم از گوشه بینی باشد تا آب آلوده خارج شده از چشم آسیب دیده وارد چشم دیگر نشود. اگر جسم خارجی وارد چشم شما شد آن را با دستمال تمیز بیرون بیاورید چشم را کاملاً با آب شسته و روی آن را با گاز استریل پانسمان کنید و به بیمارستان مراجعه کنید.

۲-۵-۳- سوختگی با جریان برق

این نوع سوختگی دارای عمق زیادی است. به بافت‌های داخل بدن آسیب می‌زند. اقدامات امدادی در این نوع سوختگی عبارتند از:

- توسط یک وسیله عایق مصدوم را از جریان برق جدا کنید.
- محل ورود و خروج برق را پانسمان کنید و اقدامات امدادی شبیه سوختگی با حرارت را انجام دهید.
- در اسرع وقت مصدوم را به اولین مرکز درمانی منتقل کنید.

۲-۵-۴- مسمومیت‌ها

مسمومیت‌ها از سه روش گوارشی، تنفسی و جذب از طریق پوست وارد بدن می‌شود. اصول کلی هنگام مواجهه با مسمومیت عبارتند از:

- باز کردن راه‌های هوایی و برقراری تنفس و گردش خون
- رقیق کردن سم بدون تلف کردن وقت با خوراندن آب و یا شیر به مصدوم.
- رساندن مصدوم به مراکز پزشکی

نکته مهم: بیمار را هرگز وادار به استفراغ نکنید زیرا مواد شیمیایی خورده شده مجدداً وارد دهان شده و میزان جذب افزایش می‌یابد.

۲-۵-۴-۱- مسمومیت تنفسی با گازهای شیمیایی

استنشاق گازهای سمی منواکسیدکربن، آمونیاک، هیدروژن سیانید و بخارات مواد شیمیایی فرار مانند اترها منجر به مسمومیت تنفسی می‌شود.

کمک‌های اولیه هنگام مسمومیت تنفسی با گازهای شیمیایی عبارتند از:

- دور کردن مصدوم از منبع سم و برقراری و کنترل تنفس
- شل کردن لباس مصدوم
- انتقال به مراکز درمانی

۲-۵-۴-۲- مسمومیت تماسی با مواد شیمیایی

مواد شیمیایی سمی از طریق پوست جذب می‌شوند. امکان جذب یک ماده شیمیایی در پوست و آسیب‌رسانی کم آن بسیار نادر است. بنابراین برای حفظ سلامتی خود و دوستانتان، هنگامی که آزمایش انجام نمی‌دهید در آزمایشگاه نمانید و به هیچ عنوان دوستان خود را به آزمایشگاه راه ندهید. زیرا بخارات مواد شیمیایی موجود در فضای آزمایشگاه از طریق پوست جذب شده و به سلامتی شما آسیب می‌رساند.

توجه کنید که:

آزمایشگاه محل درس خواندن، جستجو کردن، غذا خوردن و دور هم جمع شدن نیست!

"زمان حضور خود در آزمایشگاه را به حداقل برسانید"

در صورت تماس مواد شیمیایی با پوست اقدامات زیر را انجام دهید:

- فرد مصدوم را از منشا سم دور کنید.
- محل تماس را با آب فراوان به مدت ۲۰ دقیقه شستشو دهید.
- لباس‌های آلوده فرد را بیرون بیاورید.
- دوباره محل را بشویید و مصدوم را به بیمارستان برسانید.

۲-۶- نکات مهم در کمک به بیماران

- از دادن هر نوع دارو یا مواد غذایی و مایعات به بیمار بیهوش خودداری کنید. مجروحین را معمولاً به پشت می‌خوابانند اما در مواردی که حالت تهوع یا استفراغ وجود دارد، باید او را به حالت ایمنی درازکش به پهلو بخوابانید.
- دهان بیمار بیهوش را بررسی کنید و دندان‌های مصنوعی، آدامس، سیگار و یا اشیاء خارجی دیگر را خارج نماید و ترشحات لزج را با دستمال پاک کنید. دقت کنید زبان بیمار در جلوی دهان قرار گرفته باشد و راه تنفسی او را مسدود نکند.
- در صورتی که بدن بیمار سرد و رنگ‌پریده است باید با پتو یا وسیله دیگری گرم نگهدارید.
- به محل قرارگیری جعبه کمک‌های اولیه دقت کنید تا در صورت بروز حادثه سریعاً به آن دسترسی داشته باشید.

فصل سوم

شناخت مواد شیمیایی و خطرات آنها



در این فصل به طبقه‌بندی و معرفی انواع مواد شیمیایی اعم از مواد شیمیایی پرخطر و سمی، حلال‌ها، مواد خورنده، مواد اکسنده، مواد منفجره و خطرات و ملاحظات مربوط به استفاده از آنها پرداخته می‌شود.

۳-۱- مواد شیمیایی پرخطر و سمی

مهمترین راه ورود ماده شیمیایی به بدن از طریق استنشاق هوای آلوده است. همچنین مواد از طریق خوردن غذای آلوده، دست‌های آلوده به مواد شیمیایی، کشیدن سیگار و یا حتی از طریق جذب از چشم وارد بدن می‌شوند. استنشاق مقدار زیاد بخارات اسیدی منجر به سوختگی شدید دهان، مجاری تنفسی و شش‌ها می‌شود. تماس پوست با مقدار زیاد حلال آلی باعث سرگیجه، تهوع و بیقراری می‌شود. استنشاق گردوغبار باعث سوزش دستگاه تنفسی، خشکی گلو و سرفه می‌شود. استنشاق طولانی مدت بخارات اسید باعث کم شدن مینای دندان و نهایتاً پوسیدگی دندان می‌شود. استنشاق و جذب پوستی حلال‌های آلی بعد از مدت طولانی باعث آسیب دیدن بافت‌های عصبی می‌شود. بنزن و فنل مواد بسیار خطرناکی هستند که سبب ایجاد تغییرات در خون، انهدام مراکز مولد خون و از بین رفتن گلبول‌های قرمز می‌شود. نرمال هگزان^۱ ماده بسیار خطرناکی است که باعث حمله به سلول‌های عصبی دست و پا و تخریب سلول‌های عصبی می‌شود. سرب و مس مواد خطرناکی هستند که باعث آسیب به معده، روده، استفراغ و دل‌درد می‌شود. گردوغبار کوارتز باعث آسیب همیشگی به ریه می‌شود. در صورت کار با مواد پودری استفاده از ماسک ضدغبار الزامی است. زمانی که هر ماده را در ظرف جداگانه می‌ریزید حتماً روی آن برچسب بزنید و نام و مشخصات کامل آنها را یادداشت کنید.

^۱ C₆H₁₄

هشدارهای R مواد سمی

R ₂₃ : سمی برای تنفس	R ₃₄ : سوختگی
R ₂₄ : سمی در تماس با پوست	R ₃₅ : سوختگی شدید
R ₂₅ : سمی در صورت خورده شدن	R ₄₅ : سرطان زا
R ₂₆ : خیلی سمی برای تنفس	R ₄₆ : آسیب وراثت ژنتیکی
R ₂₇ : خیلی سمی در تماس با پوست	R ₆₀ : سرطان زا در صورت تنفس
R ₂₈ : خیلی سمی در صورت خورده شدن	R ₆₁ : آسیب به جنین
R ₂₉ : آزاد کردن گاز سمی در صورت تماس با آب	R ₆₂ : آسیب به حاصلخیزی خاک
R ₃₁ : آزاد کردن گاز سمی در صورت تماس با اسید	R ₆₃ : صدمه به جنین
R ₃₂ : آزاد کردن گاز خیلی سمی در صورت تماس با اسید	R ₆₄ : صدمه به کودکان در حین تغذیه با شیر مادر

هشدارهای R مواد مضر

R ₂₀	مضر در صورت استنشاق
R ₂₁	مضر در صورت تماس با پوست
R ₂₂	مضر در صورت خورده شدن
R ₃₆	محرک برای چشم
R ₃₇	محرک برای سیستم تنفسی
R ₃₈	محرک برای پوست
R ₄₂	ایجاد حساسیت در اثر استنشاق
R ₄₃	ایجاد حساسیت در اثر تماس
R ₆₅	مضر و احتمال آسیب جدی به ریه

۳-۲- طبقه‌بندی مواد شیمیایی

دقت کنید!

- مواد شیمیایی از خانواده‌های مختلف را در کنار یکدیگر نگهداری نکنید زیرا بخارات حاصل از این مواد حتی اگر در تمام ظرف کاملاً بسته باشد ممکن است با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش‌های خطرناک و گازهای منفجره ایجاد کند.
- برای نگهداری مواد شیمیایی، آنها را براساس گروه‌های عاملی یعنی اسید، باز، آلکان، الکل، نمک، اکسندها و غیره مرتب کنید و اعضای هر گروه را در کنار یکدیگر قرار دهید.
- بر روی تمام ظروف برچسب معرف اطلاعات ماده شیمیایی را نصب کنید.
- مواد اشتعال‌پذیر را بر روی زمین و دور از مواد اکسنده نگهداری کنید مانند استون، اتانول، استیک اسید.
- مواد اشتعال‌ناپذیر را می‌توانید کنار مایعات اشتعال‌پذیر ذخیره کنید اما باید از مواد اکسنده دور نگهداشته شوند مانند اتیلن گلیکول.
- مواد اکسنده باید به دور از مواد قابل اشتعال نگهداشته شوند برای مثال: پتاسیم پرمنگنات، هیپوکلریت-سدیم و بنزوئیل پراکسید.
- علامت ☠ نشان‌دهنده موادی است که با آب واکنش می‌دهند بنابراین، این مواد باید در جای خشک و خنک و دور از آب نگهداری شوند دقت کنید اگر این مواد بر روی پوست شما ریخت به هیچ عنوان برای تمیز کردن آن بر روی دست خود آب نریزید زیرا واکنش بسیار جدیدی رخ می‌دهد و آسیب جدی وارد می‌شود مثال سدیم، پتاسیم و لیتیم.
- اسیدها را باید دور از مواد قابل احتراق و سوزش‌آور، سیانیدها و سولفیدها نگهداری کرد. اسیدهای اکسنده را از اسیدهای آلی جدا کنید. مانند اسید نیتریک، اسید هیدروکلریدریک و اسید سولفوریک

مواد شیمیایی خطرناک

جامد خطرناک	مایع خطرناک
جامدات آتش گیر	مایعات آتش گیر
جامدات خورنده	مایعات خورنده
جامدات فعال	مایعات فعال
جامدات سمی	مایعات سمی

۳-۲-۱- مواد اکسنده

اکسیدکننده‌ها مواد جامد یا مایعی هستند که آمادگی دریافت اکسیژن را دارند. مواد اکسنده مانند برم، کلر، فلوئور هستند. این مواد می‌توانند حریق شدید و انفجار خطرناک ایجاد کنند. از نمونه‌های این مواد می‌توان به برم، اسید نیتریک غلیظ، برومات، نیترات، نیتريت، ایزوسیانات کالریت، پر برات، کلرات، پرکلرات، دی کرومات، ید و سایر هالوژن‌ها، هیدروپراکسید، پرمنگنات، هیپوکلریت مانند وایتکس، کلرات‌ها مانند سدیم کلرات (NaClO_4)، آمونیوم پرکلرات، سزیم (IV) نیترات، ترکیبات کروم مانند H_2CrO_4 ، H_2CrO_7 ، پراکسید غیرآلی، پراکسی اسید، پراکسیدهای کتون و پرسولفات، نمک‌های پرمنگنات مانند پتاسیم پرمنگنات، نیترات آمونیوم، ازن، اسمیوم، تترا اکساید اشاره کرد.

این مواد سبب افزایش میزان آتش می‌شوند، در نتیجه موادی که به صورت عادی نمی‌سوزند، آتش می‌گیرند. ترکیب مواد زیر منجر به انفجار می‌شوند:

- مواد اکسنده + مواد آلی کربن دار مانند چوب، کاغذ و مایعات قابل اشتعال

- مواد اکسنده + فلزات ریز شده نرم

- مواد اکسنده+ اکسنده‌های دیگر مانند هیدرازین، هیدروژن، هیدرید، ترکیبات سولفوردار، فسفر، ترکیبات آمونیاک‌دار

۳-۲-۲- کاهنده‌ها

کاهنده‌های بسیار قوی مانند هیدروژن، هیدرازین، لیتیوم، آلومینیوم هیدرید و مخلوط هیدریدها به ویژه در حضور ناخالصی‌ها می‌توانند مشتعل یا منفجر شوند.

۳-۲-۳- حلال‌ها

هنگام کار با حلال موارد زیر را رعایت کنید:

- حتما از عینک ایمنی استفاده کنید.
- استفاده از لنز ممنوع است.
- حلال‌های سرطان‌زا مانند بنزن و حلال‌های آلرژیک‌زا مانند فرماید را حذف کنید.
- درپوش ظرف حاوی حلال فرار را سریعاً بگذارید و آن را محکم کنید.
- زیر هود کار کنید.
- حلال‌های آتشگیر مانند اترها، استرها، کتون‌ها، مواد سمی مانند بنزن، نیتریل و مواد هالوژن‌دار، ترکیبات غیرقابل تجزیه توسط باکتری‌ها و ترکیبات گوگردی را در سینک آزمایشگاه خالی نکنید.
- به یاد داشته باشید، در میان حلال‌های مصرفی، کربن سولفید ناپایدار است و در اثر برخورد با یک جسم گرم خود به خود مشتعل می‌شود. برخی از حلال‌ها به ویژه اترها با اکسیژن هوا ترکیب شده و تولید پراکسید می‌کنند.
- بسیاری از حلال‌های آلی برای سلامتی مضر هستند و بر دستگاه عصبی، کبد، کلیه و جنین اثر می‌گذارند و عامل مهمی در ایجاد سرطان هستند.

- هر چه فشار بخار بیشتر باشد، سمی تر است. مسمومیت حاد توسط حلال‌های چربی دوست ایجاد می‌شود. سیستم عصبی، قلب و کلیه‌ها آسیب‌پذیرترین اعضا در برابر حلال‌های چربی دوست هستند.

عمده‌ترین حلال‌های خطرناک شامل موارد زیر هستند:

- ۱- هیدروکربن‌ها: تنها هیدروکربنی که به سیستم عصبی آسیب وارد می‌کند و سبب التهاب آن می‌شود، هگزان است. می‌توان حلال‌هایی مانند پنتان، هپتان و سیکلو هگزان را جایگزین هگزان نمود.
- ۲- خطرناک‌ترین حلال برای سلامتی انسان، بنزن است. البته لازم به ذکر است تولوئن و زایلن خاصیت سمی قوی‌تری نسبت به بنزن دارند.
- ۳- حلال‌های هالوژن‌دار: این حلال‌ها بر سیستم عصبی و قلب اثر می‌گذارند.
- ۴- مشتقات کبر و اتیلن برای سیستم عصبی و قلب بسیار خطرناک هستند. کربن تتراکلرید و ۱،۱-دیکلرو اتیلن-تری کلرواتان مسموم‌کننده کبد و کلیه هستند.

از دیگر حلال‌های خطرناک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- متانول مضرترین الکل است که سبب کاهش بینایی و حتی نابینایی می‌شود.
- در میان اترها، دیوکسان موجب سرطان کبد و کلیه می‌شود.
- اترهای گلیکول و استرهای استات با توجه به طول زنجیره خود سبب مسمومیت‌های با میزان مختلف می‌شوند.
- بسیاری از حلال‌های ازت‌دار سبب مسمومیت خون می‌شوند.

"حلال‌های خطرناک را بایستی حذف کرد یا با حلال‌های دیگر جایگزین کرد"

- بنزن قطعا سرطان‌زا است، پس باید حتما حذف شود. تولوئن شبیه بنزن است اما سبب آسیب به سیستم اعصاب می‌شود و به جای آن می‌توان از سیکلوهگزان استفاده کرد. در برخی موارد برای جایگزینی بنزن می‌توان از مخلوط دو محلول سیکلوهگزان و متیل سیکلوهگزان استفاده کرد. بهترین حلال‌های جایگزین بنزن عبارتند از کلروفرم، کربن تتراکلرید، ۱،۲-دی‌کلرو اتان، اتیلن، تری کلراید و ۲-نیتروپروپان.
- استفاده از متانول برای شستشو و نظافت ممنوع است. زیرا به راحتی جذب پوست می‌شود. از اتانول به عنوان جایگزین متانول استفاده کنید.
- دیوکسان سرطان‌زا است پس به جای آن از تترا هیدروفران استفاده کنید.
- هگزان، تولوئن و حلال‌های هالوژن‌دار سم قوی‌ای برای سیستم عصبی هستند. بنابراین از ابزارهای محافظت فردی و عمومی استفاده کنید.
- حلال‌های هالوژن سمی (هیدروکربن‌های معطر، ترکیبات هالوژن‌دار و ...) برای سلامت جنین بسیار خطرناک است و بانوان باردار باید از کار با این مواد جدا خودداری کنند.

نکات ایمنی زیر را در حین کار با مواد سمی رعایت کنید:

- از بو کردن مواد شیمیایی، گازها و بخارات سمی به شدت پرهیزید.
- از خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن در مجاورت این مواد جدا خودداری کنید.
- هیچگاه سعی نکنید مواد خورنده را پاک کنید. حتما در این موارد به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید.
- اگر اسید روی زمین ریخت، سریعاً به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید.
- اگر حلال روی زمین ریخت، بر روی آن چارکل (زغال فعال) بریزید.

۳-۲-۴- مواد خورنده

مواد خورنده در صورت تماس با بافت‌های زنده سبب تخریب یا تغییر برگشتناپذیر می‌شوند. برخی از این مواد خورنده شامل اسیدهای سولفوریک، نیتریک و فسفریک است. مواد خورنده سبب تخریب فلزات و ایجاد گاز H_2 ، تخریب پلاستیک و تولید ماده سمی یا منفجره هنگام واکنش با مواد شیمیایی می‌شوند.

جامدات خورنده شامل فنل، سالیسیلیک اسید، هیدروکسیدهای قلیایی، سولفیدها، کربنات‌ها، سدیم، پتاسیم، لیتیم، فسفر، منگنز، کروم و نمک‌های آن هستند که در صورت حلالیت در آب یا قرار داده شدن در معرض حرارت یا تبدیل شدن به حالت گردوغبار خطرناک هستند.

مایعات خورنده شامل آمونیاک، اسید نیتریک و هستند که در صورت تبخیر گازهای خورنده خطرناک تولید می‌کنند.

گازهای خورنده شامل گاز آمونیاک، گاز HCl ، گاز HF و گاز فرمالید هستند که به راحتی جذب بدن و سیستم تنفسی می‌شوند.

○ برای رقیق‌سازی مواد، مواد را به آهستگی با هم ترکیب کنید.

○ برای رقیق‌سازی اسید، همواره اسید را به آب اضافه کنید.

اسید خورنده	قلیا خورنده	مواد خشک‌کن خورنده	معرف اکسیدکننده و خورنده
H_2SO_4	$NaOH$	H_2SO_4	اسید پیریک
HNO_3	NH_3	$NaOH$	H_2CrO_4
HF		P_2O_5	$HClO_4$
		CaO	H_2O_2
			NO_3 - نیترات
			NO_2 - نیترات

۳-۲-۵- مواد آتش گیر

مواد آتش گیر موادی هستند که به صورت خودبه خودی در هوا با دمای کمتر از ۴۰ درجه سانتیگراد مشتعل می شوند. این مواد عموماً با آب واکنش پذیر هستند و در صورت تماس با هوای مرطوب و یا آب مشتعل می شوند. نگهداری و جابجا کردن این مواد بایستی در ظروفی انجام شود که فضای آن با استفاده از گاز آرگون یا نیتروژن پر شده است. روش ایمن نگهداری از مواد آتش گیر در ^۱MSDS آنها ذکر شده است. در خصوص برگه های اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی یا MSDS در فصل ششم به طور مفصل توضیح داده شده است.

این مواد شامل موارد زیر هستند:

جامدات آتش گیر: شامل ذرات ریز فلزات منیزیم، کلسیم، زیرکونیوم، اورانیوم، فلزات قلیایی مانند سدیم، پتاسیم، هیدروکسیدهای فلزی و غیرفلزی مانند سدیم هیدروکسید، مشتقات آلکیل شده هیدرات های فلزی و غیرفلزی مانند بوتیل لیتیم، تری متیل آلومینیوم، کربونیل های فلزی مانند کربونیل نیکل، کاتالیزورهای هیدروژناسیون مانند فسفر سفید یا زرد، پلوتونیوم.

گازهای آتش گیر: شامل آرسین، هیدرازین، دی بوران، ترکیبات آرگانومتالیک، فسفین

مایعات آتش گیر: شامل سیلان و ...

برای کار کردن با مواد آتش گیر بایستی موارد زیر را رعایت کرد:

- این مواد را دور از مجاورت شعله مستقیم، سطوح داغ، مواد اکسید کننده و خورنده و دستگاه های مکانیکی یا الکتریکی که امکان جرقه زدن در آنها وجود دارد، نگهدارید.
- این مواد را در کابینت های مخصوص و به دور از شعله و حرارت نگهداری کنید.
- از سیگار کشیدن در فضای حاوی این مواد به شدت بپرهیزید.
- آزمایش های با مواد اشتعال زا را در زیر هود انجام دهید.

¹ Material Safety Data Sheet

- اگر این مواد روی زمین پخش شد، برای تمیزکاری از آب استفاده نکنید و به MSDS ماده رجوع کنید.
- به هیچ عنوان مواد آتش گیر را درون سینک آزمایشگاه نریزید.
- برای دفع مواد اشتعال زا به کارشناس آزمایشگاه مراجعه کنید.

علائم هشداردهنده R مواد آتش گیر

R ₆	منفجره در هر شرایطی
R ₁₀	آتش گیر
R ₁₁	بسیار آتش گیر
R ₁₂	شدیدا آتش گیر
R ₁₅	در تماس با آب شدیدا گاز آتش گیر ایجاد می کند.
R ₁₇	در هوا ناگهان آتش می گیرد
R ₁₉	پراکسیدهای منفجره تولید می کند

۳-۲-۶- مواد شیمیایی ناپایدار

انبار کردن طولانی مدت این مواد سبب تجزیه آنها و در برخی شرایط مانند وارد شدن ضربه، در معرض گرما قرار گرفتن و یا جابجایی سبب انفجار آنها می شود. آمین های قلیایی مانند سدیم آمید، برخی نمک های دی آزونیم، نیترات های آلی، ترکیبات حاوی گروه پلی نیترو آمین هالیدها از این گروه هستند.

نکته بسیار مهم: در بعضی مواد مانند اترها، پارافین های مایع و الفین ها در اثر در معرض نور یا هوا قرار گرفتن، پراکسید (گروه O_2^{2-}) ایجاد می شود که یک ماده با قابلیت انفجاری است، در این حالت ماده مدنظر مانند یک بمب عمل می کند. مواد خطرناک دارای پراکسید یا با قابلیت تولید پراکسید مانند اتر، تتراهیدروفوران (THF)، آب

اکسیژنه، ۱-بوتیل هیدرو پراکسید و ... می‌باشند. نمونه رایج ترکیب پروکسیددار، آب اکسیژنه (H_2O_2) است. آب اکسیژنه باید در مکانی سرد، خنک و تاریک، به دور از مواد قابل اشتعال، مواد آلی، نمک‌ها و قلیاهای قوی، واسطه‌های کاهنده و فلزات و سنگ‌های پودر شده، نمک‌های قلیایی نگهداری شود.

آلودگی ناشی از گردوغبار، خاک یا فلزات سبب تجزیه این ماده به همراه تولید مقدار زیادی اکسیژن با فشار زیاد می‌شود. دقت شود در صورتی که مقداری از این ماده روی زمین ریخت، روی آن آب بریزید تا رقیق شود سپس به کارشناس آزمایشگاه اطلاع دهید. هنگام بازکردن درب ظرف، هوا وارد ظرف شده و تولید پروکسید می‌کند که در اثرها به شدت خطرناک است و به آنها قابلیت انفجار می‌دهد.

برای تشخیص این که در یک ظرف پراکسید ایجاد شده است:

- وجود کریستال و یا تغییر رنگ در ماده‌ای مانند اتر که شفاف و مانند آب است، به این معناست که در این ظرف پراکسید تولید شده است و خطر انفجار شدید وجود دارد.
- اگر کریستال‌هایی اطراف دهانه ظرف مشاهده شود، نشان‌دهنده تولید پراکسید است. در نتیجه خطر انفجار وجود دارد. در این حالت با جابجا کردن ظرف و یا ضربه کوچکی بر آن انفجار رخ می‌دهد.

هنگام کار با مواد تولید کننده پراکسید موارد زیر را رعایت کنید:

- استفاده از عینک ایمنی اجباری است.
- از یک روپوش با جنس نئوپرن یا PVC استفاده کنید.
- از تماس مستقیم دست با این مواد خودداری کنید، زیرا سبب سوزش شدید می‌شوند. جنس دستکش‌ها بایستی نیتریل، نئوپرن، PVC باشد.
- این مواد بایستی در ظروف تیره‌رنگ نگهداری شوند.

- این مواد را در مقادیر کم خریداری یا تهیه کنید. تاریخ باز شدن درب آنها را یادداشت کنید. پس از گذشت ۲ الی ۳ ماه بایستی تست تولید پراکسید بر آنها انجام شود. پس بهتر است این مواد را در مقادیر کمتر تهیه کنید تا زودتر تمام شوند. اندکی بیشتر هزینه کنید اما با جان خود بازی نکنید.

۳-۲-۷- مواد منفجره

این مواد برای انفجار نیازی به وجود هوا ندارند و اکسیژن موردنیاز را از درون خود تامین می‌کنند. این مواد شامل پرمنگنات پتاسیم، استیلن، آزیدها (N_3 -azide)، هیدروژن، ترکیبات دارای گروه عاملی نیترو (NO_2)، آمونیاک، هالوژن‌ها، اکسیژن و پرکلرات‌ها هستند. انواع مواد منفجره شامل چهار گروه هستند:

- ۱- ترکیبات پراکسیدی مانند اترها، ۱و۱-دی‌کلرواتیلن و ۱و۳-بوتادی‌ان
- ۲- ترکیبات پرکلریک اسید که دارای خاصیت انفجاری هستند. پرکلریک اسید بدون آب خطرناک‌تر است و به خودی خود و در تماس با مواد (کاهنده یا آتش‌گیر) منفجر می‌شود. منیزیم پرکلرات یک جاذب آب برای خشک کردن برخی مواد آلی مانند الکل‌ها و استونیتریل است. این ماده با الکل‌ها تولید آلکیل پرکلرات می‌کند که یک ترکیب انفجاری قوی است.
- ۳- مشتقات نیترات مانند آمونیوم نیترات
- ۴- مشتقات استیلن مانند استیلن، دی‌کلرواستیلن، پلی‌استیلن و استیلیدها (نقره و مس استیلید)

توجه کنید!!!

- ✓ به هیچ عنوان ظرفی که در آن واکنش نیتراسیون انجام شده است را با الکل شستشو ندهید. این کار سبب یک انفجار وحشتناک و جبران ناپذیر می‌شود.

✓ قبل از شروع کار با مواد منفجره، حتما MSDS آن را مطالعه کنید. این مواد را در مقادیر کم خریداری و نگهداری کنید. توزین این مواد را زیر هود انجام دهید.

برای اطلاعات بیشتر، موادی که در اثر ترکیب شدن تولید ماده منفجره می کنند به شرح زیر هستند:

- استن+کلروفرم+باز
- استن+مس، نقره، جیوه یا نمک‌های آن
- محلول‌های آبی آمونیاک+ I_2 ، Cl_2 ، Br_2
- کربن دی سولفید+سدیم آزید
- کلروفرم یا تتراکلرید کربن+پودر آلومینیوم یا منیزیم
- اسید نیتریک+استیک اسید یا استیک انیدرید
- پیریک اسید+نمک یا فلز سنگین مثل سرب، جیوه، نقره
- سدیم هیپوکلریت+آمین
- مواد قابل اشتعال+اکسیدکننده ها
- اتانول+نیترات نقره
- دی متیل سولفواکسید+یک آسیل هالید، $SOCl_2$ یا $POCl_3$
- دی متیل سولفواکسید+ CrO_3
- دی اتیل اتر+کلر
- اکسید نقره+آمونیاک+اتانول
- خشک کردن محلول پیریک اسید
- خشک کردن اتر محتوی پراکسید
- سدیم+هیدروکربن کلردار

- کلر+الکل
- سدیم هیپوکلریت+آمین
- کلسیم هیپوکلریت+اتانول

۳-۲-۸- مواد پلیمریزه شونده

برخی از مونومرها می‌توانند به صورت آبی پلیمره شوند. معمولاً این فرآیند با انفجار و یا شکسته شدن ظرف همراه است. این مواد شامل وینیل استات، وینیل کلراید، اتیلن اکسید و استیرن هستند. هرگز نباید مونومرها را به مقدار زیاد تهیه و ذخیره کرد. بهتر است از باز کردن درب ظرف این مواد در مجاورت اسید و باز اجتناب کنید.

۳-۲-۹- مواد سرمازا^۱

این مواد گازهایی هستند که در دمای پایین به مایع یا جامد تبدیل می‌شوند از جمله این مواد می‌توان به هلیوم مایع نیتروژن مایع و اکسیژن مایع و یخ خشک اشاره کرد از خطرات مواد سرمازا می‌توان به یخ‌زدگی بافت به علت سرما، ایجاد خفگی به علت جانشین شدن این مواد با اکسیژن موجود در هوا، احتمال انفجار به دلیل نوسانات فشار در ظرف نگهداری اشاره کرد. اگر اکسیژن مایع با مواد قابل اکسید شدن تماس پیدا کند امکان انفجار وجود دارد. این مواد باید در مکان‌های دارای تهویه مناسب نگهداری شوند و از کار کردن با این مواد در فضاهای کوچک و در بسته ممانعت شود. هنگام باز کردن درب این ظروف یا تخلیه آنها از ماسک صورت استفاده شده و تمام اصول ایمنی رعایت گردد.

¹ Cryogenic

۳-۲-۱۰-آزبستوس

ماده آزبست که در محصولات نسوز، لباس محافظ در برابر آتش و سقف‌های پیش‌ساخته استفاده می‌شود باعث مرگ صد هزار کارگر در دنیا شده است. تنفس این ماده سبب سرطان ریه در انسان می‌شود. آزبست پس از سرب و جیوه خطرناک‌ترین ماده برای سلامت انسان و محیط زیست است.

۳-۲-۱۱-نانومواد

در طی چند سال گذشته نانومواد توسط جامعه علمی بسیار مورد استقبال قرار گرفته‌اند. این مواد موادی هستند که حداقل یک بعد آنها در محدوده ۱ الی ۱۰۰ نانومتر و یا حتی در حد زیر میکرون واقع شده است. اگر چه مطالعات و تحقیقات نشان می‌دهد که نامواد می‌توانند خطرناک باشند، اما خطرات آنها هنوز شناخته شده نیست. عواملی که در میزان در معرض قرار گرفتن فرد با نانومواد موثراند شامل مقدار ماده مورد استفاده، نحوه پراکندگی آن در هوا (مانند پودرها) و یا تشکیل قطرات کوچک قابل حمل با جریان هوا (سوسپانسیون‌ها) و نیز زمان کار با آن ماده است. با توجه به سایز نانومواد، ۹۰-۳۰ درصد نانوذرات که به سیستم تنفسی وارد شده‌اند، در سیستم تنفسی باقی می‌مانند. تا ۵۰ درصد از نانومواد با ابعاد ۱۰-۱۰۰ نانومتر در ناحیه کیسه‌های هوایی ذخیره می‌شوند در حالی که نانوذرات کوچکتر از ۱۰ نانومتر در ناحیه سر باقی می‌ماند.

عواملی که می‌توانند فرد را در معرض خطرات ناشی از نانومواد قرار دهند عبارتند از:

- کار با نانومواد در حالت مایع بدون استفاده از وسایل حفاظت شخصی مانند دستکش
- ریختن نانومواد مایع و مخلوط کردن با لرزش و تکان‌های شدید
- تولید نانومواد در فاز گازی در سیستم غیربسته
- کارکردن با مواد پودری مانند توزین، مخلوط کردن و اسپری آنها
- تعمیر و نگهداری دستگاه‌های تولید نانومواد
- پاک‌سازی و نظافت فضاها با کار با نانومواد و دفع زباله

- انجام فعالیت‌های مکانیکی روی نانومواد که سبب تولید آئروسول می‌شود.

یک راه اصلی برای ورود نانومواد، تنفس است. این ذرات به راحتی به داخل ریه کشیده می‌شوند و در داخل کیسه‌های هوایی ذخیره می‌شوند. در بین تمام نانومواد که تاکنون استفاده شده‌اند، شاید شناخته‌شده‌ترین آنها نانولوله‌های کربنی^۱ (CNT) باشد. نانولوله‌های کربنی کاربرد وسیعی در زمینه تحقیقات سرطان و علوم و صنایع غذایی دارند. متأسفانه این مواد اخیراً به دلیل شباهت با آزبست باعث نگرانی شده‌اند. آزبست باعث آسیب‌های غیرقابل ترمیم در بافت ریه می‌شود و در دراز مدت مانع از عملکرد درست ریه می‌شود. اگر چه اثبات ورود نانوذرات تنفس شده به سیستم عصبی در انسان نیاز به تحقیقات وسیع‌تری دارد ولی این فرضیه وجود دارد که نانوذرات موجود در آلودگی‌های هوا می‌توانند در بروز برخی بیماری‌های سیستم عصبی دخیل باشند. درباره اثرات پوستی نانوذرات، طبق مطالعات آزمایشگاهی انجام شده روی جوندگان آسیب خاصی مشاهده نشده است. ورود نانومواد از طریق دهان، ناشی از خوردن غذاها و آب آلوده، بلعیدن نانوذرات پراکنده در هوا و نیز انتقال از دست آلوده به دهان است. مطالعات موجود عمدتاً در جوندگان نشان می‌دهد که جذب نانوذرات از طریق سیستم گوارشی تابع سایز و ویژگی‌های سطحی این مواد است به طوری که در ذرات کوچک‌تر با ماهیت آبگریزی، خنثی از لحاظ بار الکتریکی جذب بالاتری دارند.

هنگام کار با نانومواد بایستی نکات و اقدامات مهم ایمنی به شرح زیر، رعایت گردد:

- طراحی محیط کار باید طوری باشد که نانومواد با لباس فرد یا سایر وسایل به خارج از فضای کار آورده نشود. برای مثال از پادری‌های ویژه استفاده شود. وسایل و امکانات آلوده‌زدایی برای افراد مانند امکان شستشوی بدن و تعویض لباس قبل از خروج از آزمایشگاه در نظر گرفته شود.

^۱Carbon Nano Tube (CNT)

- از پخش و منتشر کردن نانوذرات در محیط پرهیز کنید. حتما در زیر هودهای شیمیایی و یا سایر سیستم‌های تهویه مناسب، با این مواد کار کنید. در صورت امکان، نانوذرات را از هوای خروجی سیستم تهویه (قبل از ورود به محیط خارج) پاک کنید.
- نانومواد پخش‌شونده را داخل ظرف های کاملا در بسته نگهدارید.
- جابجایی نانومواد بین مکان‌های مختلف کاری مانند هود، کوره و یا باید در ظروف در بسته انجام شود.
- علائم هشداردهنده مانند خطرات، لوازم حفاظت شخصی مورد نیاز، کنترل مدیریتی مورد نیاز در محل‌های ورودی مکان‌های کار با نانومواد باید نصب شود. مکان مختص کار با نانومواد ممکن است کل یک آزمایشگاه یا یک هود و یا یک فضای کوچک باشد.
- ظروف حاوی نانوذرات را حتما با تاکید بر ماهیت نانوذره‌ای بودن آن برچسب بزنید. مثلا " نانوذرات اکسید روی" به جای "اکسید روی"
- کاربر باید از خطرات نانوماده ای که با آن کار می‌کند و حتی پیش‌سازهای آن و محصولات نهایی حاصل از واکنش با آن به طور کامل آگاه باشد.
- با پوشیدن لوازم حفاظت شخصی، تماس پوستی با این مواد را به حداقل برسانید.
- در هنگام کار با نانومواد از کفش‌های جلویسته استفاده کنید. ممکن است لازم باشد از پوشش‌های یک بار مصرف کفش استفاده کنید تا نانومواد را با کفش به خارج از آزمایشگاه نبرید.
- روپوش آزمایشگاه آستین بلند بپوشید و از دستکش‌های نیتریل استفاده کنید. قبل از کار مطمئن شوید که دستکش مورد استفاده در برابر نانوذرات و مایعی که نانوذرات در آن معلق شده است مقاوم باشد. دستکش‌ها را مرتباً تعویض کنید تا احتمال تماس با نانوذرات را به حداقل برسانید. دستکش‌های آلوده را تا زمان دفع، در یک کیسه پلاستیکی و در زیر هود نگهداری کنید. پس از پایان کار دست‌ها را تا بازو شستشو دهید.

- برحسب نوع نانوماده مورد نظر از وسایل حفاظت شخصی مناسب برای حفاظت از چشم‌ها استفاده کنید.
- از نگهداری و مصرف مواد غذایی و آشامیدنی در محل کار پرهیز کنید.

در حال حاضر هیچ خطوط راهنمایی براساس داده‌های علمی مورد پذیرش عمومی در مورد پوشش‌های محافظ در برابر نانومواد وجود ندارد. مطالعات نشان می‌دهد که نانوذرات توانایی عبور از لباس را دارند و این میزان عبور نانوذرات بستگی به جنس الیاف و اندازه نانوذرات دارد. در هر صورت اگر چه نانوذرات می‌توانند از اپیدرم عبور کنند شواهد بسیار کمی دال بر بیماری‌زایی نانوذرات نفوذ کننده به داخل پوست وجود دارد.

برای تمیز کردن فضای کار و دفع زباله‌های حاوی نانومواد باید توجه داشت که هیچ دستورالعملی در خصوص تمیز کردن آلودگی‌های محیط با نانومواد و دفع زباله‌ها وجود ندارد. روش‌های فعلی همان روش‌هایی هستند که در سایر آلودگی‌های کلی استفاده می‌شود. در حال حاضر روش‌های استاندارد برای پاک کردن آلودگی‌های پودری، شامل استفاده از دستگاه‌های مکنده مجهز به فیلترهای HEPA و یا پاک کردن سطح با دستمال‌های مرطوب و یا مرطوب کردن پودر قبل از جمع‌آوری با ماشین مکنده است. دستمال‌های استفاده شده باید به طور صحیح دفع شوند. پاک کردن به صورت خشک و با استفاده از جریان هوای فشرده به دلیل پراکنده کردن نانوذرات به هیچ وجه مناسب نمی‌باشد. لازم به ذکر است در مورد نانوذرات دارای بار الکتریکی، چنانچه بار نانوذره مشابه بار الکتریکی ورودی (برس) دستگاه مکنده باشد، کشیدن برس دستگاه بر سطح می‌تواند سبب ایجاد بار الکتریکی بر آن شود که در اثر دافعه الکترواستاتیک نمی‌تواند به داخل دستگاه کشیده شود و یا حتی ممکن است باعث پراکنده‌تر شدن آن شود.

فصل چهارم

خطرات ناشی از دستگاه‌های آزمایشگاهی



در این فصل در خصوص انواع دستگاه‌های آزمایشگاهی و ملاحظات ایمنی آنها توضیح داده خواهد شد. از جمله این تجهیزات می‌توان به دستگاه‌های سرمازا، دستگاه‌های گرمازا، پمپ، انکوباتور، کمپرسور و ... اشاره کرد.

۴-۱- دستگاه‌های سرمازا^۱

از یخچال‌ها معمولاً برای نگهداری مواد شیمیایی که به دمای پایین احتیاج دارند، استفاده می‌شوند. چنانچه محلول‌های این دستگاه را آلوده نمایند فضای آزمایشگاه و افراد در معرض این آلودگی قرار خواهند گرفت و همچنین ممکن است سایر نمونه‌ها آلوده شوند. لازم به ذکر است یخچال‌های خانگی برای مصارف آزمایشگاهی مناسب نیستند.

از نکات ایمنی برای کار با یخچال‌های آزمایشگاهی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- روی یخچال حتماً برچسب مخصوص نگهداری مواد شیمیایی نصب گردد.
- تمام قسمت‌های یخچال (موتور، فن، لامپ) باید مجهز به سیستم ضد جرقه باشند.
- از نگهداری مواد غذایی اجتناب شود.
- مواد شیمیایی که در یخچال نگهداری می‌شوند حتماً باید دارای برچسب و درپوش باشند.
- آمپول‌ها، ظروف شکسته و نمونه‌های آلوده شده را باید با توجه به نکات ایمنی در قسمت ضایعات ریخت.
- فهرستی از نمونه‌های موجود در یخچال به همراه محل دقیق قرارگیری تهیه و در کنار یخچال نصب شود.

¹ Refrigerator

- برای کاهش موارد شکسته شدن و پخش آلودگی، بهتر است ظروف شیشه‌ای کوچک درون ظرف‌های بزرگتر با جنس پلاستیک برای محافظت بیشتر قرار گیرند.



شکل (۴-۱) - دستگاه سرماساز (یخچال)

۴-۲- دستگاه‌های گرم‌زا^۱

- معمولا در هر آزمایشگاه وسیله گرم‌زا مانند هیتر، آون، کوره، حمام روغن، لوله‌های داغ و ماکروویوها مورد استفاده قرار می‌گیرند. از نکات ایمنی کار با دستگاه‌های گرم‌زا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- سیم‌های برق دستگاه‌ها باید دارای پوشش نخی باشد.
 - از ریختن هرگونه ماده شیمیایی بر روی دستگاه جلوگیری شود.
 - هرگز برای خشک کردن ظروفی که قبلا در آن مواد شیمیایی قابل اشتعال بوده است، از وسایل گرم‌زا استفاده نکنید.
 - المنت و ترموستات دستگاه از نظر فنی و خوردگی حداقل هر ۶ ماه یک بار بررسی شود.
 - تا حد امکان از تنظیم دستگاه بر روی دماهای بالاتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد خودداری شود.

¹ Heating Device

- از حرارت‌دهی حجم زیاد مایعات در ظروف درب‌دار خودداری شود. افزایش فشار درون ظرف سبب باز شدن خودبه‌خودی درب ظرف و سرریز شدن مایع می‌شود.
- پس از اتمام کار و خاموش کردن دستگاه تا زمانی که دمای آن پایین نیامده است، علامت یا یادداشت خطر در کنار دستگاه قرار داده شود تا سایرین دچار سوختگی نشوند.
- از پایین آوردن دمای دستگاه به صورت ناگهانی (با ریختن آب سرد یا قراردادن یخ) جدا خودداری شود.
- چنانچه ماده درون آن یا ماکروویو شروع به جرقه زدن کرد و شعله‌ور شد باید به سرعت دستگاه را خاموش کرد و کابل آن را از پریز برق کشید. بهتر است درب دستگاه نیز برای مدتی بسته بماند.



شکل (۴-۲) - دستگاه گرمازا

۴-۳- انکوباتور^۱

¹ Incubator

برای کشت نمونه‌های بیو یا زنده مانند باکتری یا میکروب از طریق کنترل دما، رطوبت، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن به کار می‌رود. از نکات ایمنی لازم برای کار با انکوباتور می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- برای دستگاه انکوباتور از پریز جداگانه استفاده شود.
- دو شاخه و کابل برق و پریزها از لحاظ سلامت ظاهری بررسی شود.
- از چرخش و کشش کابل جلوگیری شود.
- هر ۶ ماه یک بار جهت افزایش عمر مفید دستگاه و دقت اندازه گیری، بهتر است دستگاه توسط نمایندگی - های مجاز تست شود.



شکل (۴-۳) - انکوباتور

۴-۴-۱ اتوکلاو^۱

برای ضدعفونی و استریل کردن تجهیزات و محیط کشت باکتری از این دستگاه استفاده شده است که این عمل به وسیله بخار در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱/۲ بار انجام می‌شود. از نکات ایمنی لازم برای کار با اتوکلاو می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

¹ Autoclave

-
- اتوکلاو نمودن مواد خورنده (اسید و قلیا و فنل)، موادی که زود تبخیر می‌شوند (اتانول و کلروفرم)، مواد قابل اشتعال و مواد رادیواکتیو ممنوع است.
 - حتماً اشیاء تیز را در محفظه مخصوص این اشیاء در دستگاه قرار دهید.
 - هرگز محفظه دستگاه را بیش از اندازه پر نکنید زیرا حرارت و بخار نمی‌تواند به راحتی نفوذ کند.
 - هنگام باز کردن درب، با احتیاط عمل کنید و قبل از خارج کردن وسایل اجازه دهید بخار فوق گرم خارج شود.
 - اگر مایعی داخل دستگاه ریخت، قبل از تمیز کردن اجازه دهید دستگاه سرد شود.
 - در صورت شکستن ظروف شیشه‌ای داخل محفظه دستگاه از یک انبر برای خارج کردن خرده‌شیشه‌ها استفاده کنید و هرگز از دست به صورت مستقیم استفاده نکنید.
 - هنگام باز کردن اتوکلاو حتی زمانی که دمای آن پایین‌تر از ۸۰ درجه سانتیگراد است باید از دستکش و عینک مناسب استفاده کرد.



شکل (۴-۴) - اتوکلاو

۴-۵- دستگاه اولتراسونیک^۱

دستگاه اولتراسونیک ابزاری برای صوت در فرکانس بالا است و سلول‌ها با اسیدهای نوکلئیک را تخریب می‌کنند. سونیکاتورهای آبروسل‌های فراوانی تولید می‌کنند زیرا حجم زیادی از انرژی وارد مایع می‌شود و ممکن است امواج صوتی ایجاد شده در فرکانس بالا سبب بروز آسیب‌های شنوایی شود که از خطرات این دستگاه‌ها به شمار می‌آیند. از نکات ایمنی لازم برای کار با اولتراسونیک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- در صورت امکان باید دستگاه را داخل یک محفظه بسته یا زیر هود بیولوژیک قرار داد تا آبروسل‌های کمتری در محیط پخش شوند و هنگام کار نیز از ماسک‌های صورت استفاده گردد.

¹ Ultrasonic

- چنانچه نوک پروب (Probe) سونیکاتور به عمق کافی درون مایع فرو رود، مقدار آيروسل ها کاهش می یابد.
- چنانچه سونیکاتور در یک محفظه مقاوم نسبت به صوت قرار داده نشود حتما از گوشی های محافظ استفاده شود.
- درب اتاق هنگام کار با دستگاه بسته باشد.



شکل (۴-۵) - اولتراسونیک

۴-۶- سانتریفیوژ^۱

- از سانتریفیوژها برای جداسازی اجزا یک نمونه از یکدیگر براساس ویژگی های مولکولی آنها از قبیل وزن، چگالی و ... استفاده می شود. از نکات ایمنی لازم برای کار با سانتریفیوژ می توان به موارد زیر اشاره کرد:
- باید دستگاه را در ارتفاعی قرار داد که دانشجو برای مشاهده محفظه های داخلی تسلط کافی داشته باشد.
 - لوله های مقابل هم باید دارای بالانس وزنی دقیق باشند.

¹ Centrifuge

- لوله‌ها باید دارای جداره ضخیم باشند و در برابر فشار ایجاد شده در دورهای بالا مقاومت کافی داشته باشند. همچنین هیچگونه شکافی روی بدنه لوله‌ها وجود نداشته باشد.
- لوله‌ها را نباید کاملاً پر کرد و درب لوله‌ها باید محکم شود و هیچگونه نشتی نداشته باشد. درب‌های پیچی از این نظر مناسب‌تر هستند.
- هنگام کار با سانتریفیوژ، ذرات بسیار ریز آلاینده به اطراف پرتاب می‌شوند. سرعت این ذرات به قدری بالا است که منافذ سانتریفیوژ را ترک کرده و به خارج آن راه پیدا می‌کنند. بنابراین اگر نمونه مورد مطالعه به شدت آلوده است، باید سانتریفیوژ را در زیر هود قرار داد.



شکل (۴-۶) - سانتریفیوژ

۴-۷-پمپ^۱

پمپ وسیله‌ای مکانیکی برای انتقال مایعات است که با افزایش فشار جریان آن امکان جابجایی را تا ارتفاع بالاتر (با افزایش هد) یا حتی پایین دست (معمولاً حوضچه یا مخزن) فراهم می‌کند. از نکات ایمنی لازم برای کار با پمپ‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

¹ Pump

- هنگام تمیزکاری یا پرکردن مخزن روغن حتما اتصال برق را قطع کنید.
- صدای زیاد و لرزش می‌تواند ناشی از روغن کاری نشدن یاتاقان‌ها، از جا خارج شدن، تاب برداشتن یا خوردگی پروانه باشد. بنابراین حتما در صورتی که صدای دستگاه زیاد بود نسبت به سرویس دستگاه اقدام کنید و از گوشی‌های محافظ استفاده کنید.



شکل (۷-۴) - پمپ

۴-۸-کمپرسور^۱

از کمپرسورها برای افزایش فشار گاز استفاده می‌شود. در حقیقت کمپرسورها وسایلی هستند که با صرف انرژی مکانیکی فراوانی گاز را با سرعت به درون خود مکیده و سپس آن را فشرده می‌سازند. از نکات ایمنی لازم برای کار با کمپرسورها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

¹ Compressor

- استفاده از لباس‌های گشاد و همچنین لباس‌های با آستین آزاد به هنگام کار با این دستگاه ممنوع است.
- زمانی که دستگاه روشن است از برداشتن درپوش‌ها و یا شل کردن اتصالات جدا خودداری کنید.
- از گرفتن خروجی کمپرسور به سمت اعضای بدن مخصوصاً چشم و نیز برای تمیزکاری اشیاء موجود در آزمایشگاه خودداری کنید.
- تمام اجزا کمپرسور باید دقیقاً مطابق با دستورالعمل سازنده دستگاه سرویس و نگهداری شوند.
- هوای خروجی کمپرسور را به طور مستقیم تنفس نکنید یا بر روی پوست نگیرید.
- هنگام کار با کمپرسور حتماً از گوشی محافظ و عینک ایمنی استفاده کنید.



شکل (۴-۸) - کمپرسور

۴-۹- دستگاه‌های فشار بالا^۱

این دستگاه‌ها شامل دستگاه‌های بررسی پارامترهای نفتی و گازی (در شرایط مخزن) و کپسول‌های گاز هستند. چون این دستگاه‌ها برای تعیین پارامترها در شرایط مخزن است پس با دما و فشار بالا سروکار دارند و نکات ایمنی

¹ High Pressure

از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. از نکات ایمنی لازم برای کار با دستگاه‌های تحت فشار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- حتما از وسایل حفاظت فردی مخصوصا کلاه ایمنی و عینک استفاده کنید.
- دستگاه را پس از فشار گرفتن از نظر نشتی چک کنید.
- تا زمانی که از افتادن فشار دستگاه مطمئن نیستید درب محفظه دستگاه را باز نکنید.
- حتما سرویس‌های دستگاه را طبق برنامه شرکت سازنده انجام دهید.

۴-۱۰- کپسول‌های گاز

کپسول‌های گاز با توجه به نوع محتوای آنها می‌توانند سمی، اشتعال‌پذیر، خورنده، اکسیدکننده، خنثی و گاهی دارای چند نوع خطر همزمان باشند. علاوه بر خطرات شیمیایی، حجم زیاد گاز فشرده شده در کپسول دارای فشار بسیار بالایی است و این قابلیت را دارد که مانند یک موشک عمل کند و پرتاب شود. بنابراین جابجا نمودن و نگهداری این کپسول‌ها باید در نهایت دقت انجام شود. هر کپسول گاز تحت فشار دارای مشخصاتی مانند، علامت کارخانه سازنده، علامت کارخانه پرکننده، شماره سریال، ظرفیت برحسب حجم، وزن خالص کپسول، تاریخ آزمایش کپسول و نام گاز محتوی کپسول است. چون تشخیص گازهای تحت فشار و هیدروکربن‌های مایع شده به وسیله رنگ یا مجموعه‌ای از رنگ‌ها صورت می‌گیرد، بنابراین بدنه کپسول‌های گاز طبق رنگ‌های معرفی شده در استانداردهای مورد نظر رنگ‌آمیزی می‌شوند. البته در مورد کپسول‌هایی که از خارج از کشور وارد شده و پس از مصرف گاز دوباره برای پرکردن به خارج کشور فرستاده می‌شود، اگر رنگ بدنه آن‌ها با استاندارد مذکور مطابق نباشد، نباید طبق استاندارد رنگ شوند و به عبارت دیگر در رنگ بدنه سیلندرهای مذکور نباید دخالتی شود. سیلندرهای خالی را نیز باید چنانچه امکان پذیر باشد، طبق استاندارد رنگ نمود. استاندارد رنگ‌بندی کپسول‌های گاز به صورت زیر است:

نوع گاز	رنگ
گاز بی اثر	سبز روشن
اکسید کننده	آبی روشن
قابل اشتعال	قرمز
سمی و خورنده	زرد
استیلن (C_2H_2)	شاه‌بلوطی
اکسیژن (O_2)	سفید
دی نیتروژن مونوکسید (N_2O)	آبی

از نکات ایمنی لازم برای کار با کپسول‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- از افتادن کپسول‌ها بر روی یکدیگر و روی زمین به شدت اجتناب کنید. با استفاده از تسمه یا زنجیر سیلندره‌ای گاز را به طور کامل ایستاده و ثابت کنید تا از افتادن ناگهانی جلوگیری شود.
- برای جابجایی سیلندرها از چرخ‌دستی مخصوص این کار استفاده کنید و از غلتاندن سیلندر بر روی زمین جدا خودداری کنید.
- تا زمانی که کپسول در جایگاه امن و مناسب خود قرار نگرفته است و به دیوار یا یک میز زنجیر نشده است، از برداشتن کلاهک آن خودداری شود.
- هیچگاه از کپسول بدون رگولاتور استفاده نکنید.
- حتماً با برچسب زدن روی هر کپسول، گاز درون آن را مشخص کنید.
- به طور مرتب با استفاده از کف صابون نشت گاز از دریچه کپسول و اتصالات کنترل شود.
- حتماً از خطوط لوله استیل استفاده کنید. زیرا لوله‌های پلاستیکی تحمل فشار را ندارند.

- برای اطمینان از پر بودن سیلندر از باز و بسته کردن شیر خودداری کنید و حتما از رگولاتور استفاده کنید.
- مواد قابل اشتعال و آتشگیر را از کنار سیلندرهایی تحت فشار دور نگهدارید.
- سیلندرهایی دارای گازهای اشتعال پذیر را در مکانی دور از شعله (چراغ بنزن) و هیترها قرار دهید.
- سیلندر گاز هیدروژن را در محیط خشک، سرد و دارای تهویه مناسب نگهداری کنید.
- کپسولهای اکسیژن را از سایر سیلندرهایی گاز قابل اشتعال دور نگهدارید.
- هرگونه عملیات مربوط به پرکردن کپسول و نیز تعمیرات مربوط به آن فقط توسط تولیدکنندگان مربوطه بایستی انجام شود.
- اگر در سیلندر گاز ناشی مشاهده شد، نبایستی فوراً آن را تعمیر کنید، در ابتدا آن را به محوطه باز خارج از انبار که کاملاً دور از هرگونه منبع حرارت و جرقه باشد منتقل کنید، فوراً به مسئولین ایمنی و آتش نشانی اطلاع دهید. اگر جابجایی سیلندر به خارج از محل نگهداری مقدور نباشد، رفت و آمد به داخل محوطه را ممنوع کرده و راه را ببندید و سپس سریعاً به مسئولین مربوطه اطلاع دهید.
- هرگاه در هنگام باز کردن شیر سیلندرهایی استیلن یا گازهای هیدروکربنهای مایع شده، از اطراف محور شیر، گاز نشت کند، باید شیر را بسته و بعد مهره آببندی آن را محکم کنید. در صورتی که با این عمل ناشی شیر قطع نشود باید سیلندر ناشی را به فضای آزاد به نقطه‌ای دور از منابع شعله باز، جرقه و حرارت انتقال دهید و مراتب را به آتش نشانی اطلاع دهید تا سیلندر را به محل امنی منتقل و گاز را به شکل مناسب تخلیه کنند. سپس شیر آن را بسته و برچسبی که روی آن نوشته شده "شیر غیرقابل استفاده است" به سیلندر چسبانده و به محل نگهداری سیلندرها منتقل کنید. برای تعمیر و آزمایش سیلندرها اطلاع دهید.

- کلیه کپسول‌ها را باید در وضعیتی قرار داد که دسترسی به آنها به سهولت امکان‌پذیر باشد تا در زمان خطر و شرایط اضطراری بتوان به سرعت شیر آنها را بست. شیر کلیه کپسول‌های خالی را ببندید و کلاهک ایمنی منفذدار شیرها را نصب کنید.
- بدنه کپسول‌ها باید در فواصل زمانی معین (هر ۵ سال یک بار) توسط مراکز معتبر به روش آزمون هیدرواستاتیک بررسی شوند.
- سطوح خارجی کپسول باید به شکل مناسب در دوره‌های زمانی تعریف شده بازرسی شود.
- قطعات الحاقی مانند شیلنگ و یا قطعات ایمنی مانند سوپاپ اطمینان و غیره باید در دوره‌های زمانی مناسب بازرسی و آزمایش شوند.
- باید دقت کنید که کپسول‌ها نزدیک ورودی کمپرسورهای هوا نگهداری شوند.
- همیشه هر کپسول را باید پر فرض کنید و طبق مقررات کپسول‌های پر با آن رفتار کنید.
- کپسول‌های گاز تحت فشار و گاز هیدروکربن‌های مایع شده را هنگام به کار بردن باید به صورت عمودی یا مایل نگهداشت و هرگز نباید آنها را در وضعیت خوابیده استفاده کرد.
- قبل از شروع کار، شیر، تنظیم‌کننده، فشارسنج، لوله‌ها و وسایل متصل به سیلندرهای اکسیژن را بازدید کنید. به هیچ‌عنوان از انواع روغن، گریس یا مواد چربی دیگر برای روغن‌کاری شیر، تنظیم‌کننده و فشارسنج کپسول‌های اکسیژن استفاده نکنید. در صورت آلوده‌بودن این اتصالات به چربی، مراتب را به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید تا نسبت به تمیزکاری آنها اقدام نماید.
- در سیلندر، فقط از فشارسنجی استفاده کنید که توسط سازنده توصیه شده است. فشارسنج کپسول اکسیژن باید مشخص شده باشد و نباید با روغن تست شود. بیشترین درجه در فشارسنج اکسیژن، نیتروژن و هیدروژن نباید کمتر از ۲۲۵ بار باشد.

- هرگونه تعمیر کپسول‌های گاز از طرف اشخاص غیرمجاز ممنوع است. هر کپسولی که احتیاج به تعمیر دارد باید پلاکی که معرف نوع تعمیرات موردنیاز است به سیلندر آویزان کرده و آن را برای تعمیرات لازم به مراکز معتبر ارسال نمایید.
- کپسول‌های خالی که برای پرکردن به واحد مربوطه ارسال می‌شوند باید با یادداشتی همراه باشد که در آن علاوه بر ذکر خالی بودن و شماره سیلندر سایر عواملی که احتمالاً پر کردن آنها را خطرناک می‌سازد در آن قید شده باشد.
- کپسول‌هایی که محل اتصال شیر آنها در اثر فرسودگی یا آسیب به خوبی محکم نمی‌شود را بی‌درنگ به واحد تعمیرات ارجاع دهید. یادداشتی ضمیمه کپسول کنید که در آن شماره کپسول، عیب و نقص و همچنین پر یا خالی بودن آن ذکر شده باشد.
- قبل از پرکردن کپسول‌ها آنها را از نظر عیب و نقص بازدید کنید و هر کپسولی که به ظاهر سالم به نظر نمی‌رسد را از سرویس خارج کرده و برای تعمیر ارسال کنید.



شکل (۹-۴) - کپسول گاز

یکی از موارد ایمنی در کپسول‌ها، شیر نصب شده بر آنها و ملاحظات مربوط به آن است. در خصوص نحوه‌ی استفاده از شیرها بایستی موارد زیر رعایت گردد:

- برای باز و بستن شیرها فقط از کلیدهای استاندارد^۱ که توسط شرکت سازنده ارائه شده استفاده کنید و کلید مخصوص "T شکل" را در کنار سیلندر قرار دهید.
- شیرها را در زمان توقف کار برای چند دقیقه به طور محکم ببندید و تنظیم‌کننده و شیرهای لاستیکی را طبق دستور سازنده از فشار تخلیه کنید.
- بدون توجه به این‌که سیلندر حاوی گازهای قابل اشتعال است، محور شیر می‌بایست راست گرد تعبیه شود.
- بعد از اتصال تنظیم‌کننده^۱، شیر سیلندر را به آرامی باز کنید. در مورد سیلندر استیلن در حدود یک و نیم دور باز کردن کافی است.
- شیر سیلندرها را نباید ناگهانی یا به سرعت باز کرد، زیرا در این صورت به علت آزاد شدن ناگهانی فشار ممکن است به تنظیم‌کننده آسیب وارد شود.
- هنگام باز کردن شیر سیلندر هیچگاه مقابل فشارسنج آن قرار نگیرید و تا حد امکان از آن دور بایستید.
- در سیلندرهایی که شیر آنها مجهز به طوق محافظ است نصب کلاهک ضروری نیست.
- قبل از اتصال سیلندرهایی اکسیژن، استیلن و سایر گازها به وسایل، شیر آنها را باید لحظه‌ای خیلی کوتاه باز کنید تا گردوغبار موجود در مجرای آن پاک شود و سپس تنظیم‌کننده (رگولاتور) را روی آن وصل کنید. باید در نظر داشته باشید که باز کردن شیر سیلندرهایی استیلن یا گازهای قابل اشتعال دیگر برای تمیز کردن شیر آنها از گردوغبار نباید در مجاورت شعله باز، جرقه انجام شود.
- در زمان بستن شیر نباید نیروی بیش از حد معمول به آن وارد کنید.

¹ Regulator

- از چکش زدن به کپسول‌ها و روغن کاری آنها خودداری کنید.
 - هرگز از یک دستگاه تقلیل فشار (رگلاتور) در سیلندرهایی غیرمشابه استفاده نکنید.
- یکی از مسایل مهم در بررسی کپسول‌ها، بررسی شیلنگ متصل به آن است. در خصوص شیلنگ‌ها به موارد زیر دقت کنید:
- شیلنگ‌ها باید از جنس و کیفیت خوب انتخاب شده و استاندارد باشند.
 - شیلنگ‌ها باید به وسیله بست یا هر وسیله مناسب به طور محکم به مشعل و دیگر اتصالات وصل شود.
 - هنگامی که نیاز است که طول شیلنگ بلند باشد باید از اتصالات استاندارد برای این منظور استفاده کنید.
 - از شیلنگ‌های طویل در موارد غیرضروری استفاده نکنید.
 - شیلنگ‌ها قبل از هر بار استفاده در دوره‌های زمانی مشخص باید بررسی شوند تا سالم بودن آنها (عاری از هر گونه بریدگی، شکستگی و سوختگی) تایید شود.
 - شیلنگ‌ها نباید از روی لبه تیز عبور داده شوند، زیرا باعث آسیب به آنها می‌شود.
 - در مورد استیلن و گازهای قابل اشتعال از شیلنگ قرمز رنگ استفاده کنید و دقت کنید که جابجا نشود.
 - در صورتی که برای انجام کار در فضاهای بسته یا محصور نیاز است که طول شیلنگ افزایش داده شود، ضروری است که در زمان ترک محل، اتصالات شیلنگ را جدا کرده و ارتباط آن با سیلندر را نیز قطع کنید.

۴-۱۱- وسایل شیشه‌ای تحت فشار و لوله‌های لحیم شده

دقت شود شیشه‌های خطرناک و ترک‌دار برای کارهای تحت فشار مناسب نیستند. بهتر است شیشه‌ها در حفاظ فلزی یا توری قرار داده شوند. دقت در حد وسواس برای گرم یا سرد کردن وسایل شیشه‌ای تحت فشار ضروری است. لوله‌های شیشه‌ای با سر لحیم شده باید از جنس عالی و مقاوم (پیرکس ضخیم و خالص) باشند. هرگز بیش

از نصف حجم آن را پر نکنید. قبل از بستن و لحیم کردن سر لوله، هوای داخل آن را خارج کنید. ابتدا باید محتوای درون لوله را در یک حمام ازت مایع سرد کرد، سپس دهانه لوله را به پمپ خلا وصل کرده و با باز کردن شیر پمپ خلا و لوله با برقراری مکش قوی هوای داخل لوله را خارج کرد. اگر لوله توسط شیشه‌گر لحیم می‌شود باید او را از جنس مواد شیمیایی موجود در لوله و خطرات احتمالی آن در برابر شعله آگاه کرد.

۴-۱۲- دستگاه‌های تحت خلا

اگر یک مایع به صورت ناگهانی و سریع در دستگاه‌های تحت خلا وارد شود، یا یک شوک حرارتی یا مکانیکی به آن وارد شود، احتمال انفجار وجود دارد. همچنین ورود بسیار سریع هوا به دستگاه تحت خلا می‌تواند باعث انفجار شود. در هنگام انتخاب دستگاه و وسایل تحت خلا باید به مقدار خلا توجه شود تا از ایجاد هر گونه نقص یا شوک مکانیکی و حرارتی جلوگیری شود.

- تبخیر در خلا:

در آزمایشگاه معمولاً تبخیر در خلا توسط دستگاه چرخان صورت می‌گیرد. بهتر است فقط نصف بالن پر شود. قرار دادن تله بین پمپ خلا و دستگاه تبخیر چرخان اجباری است تا از ورود حلال به پمپ خلا جلوگیری شود. در صورتی که حلال بسیار فرار باشد که مایع کردن بخار آن با آب مشکل باشد از اتیلن‌گلیکول استفاده کنید.

- تقطیر در خلا:

دستگاه تقطیر باید متناسب با نوع و مقدار حلال انتخاب شود. بهتر است برای گرم کردن از حمام شنی یا روغنی استفاده شود. هنگام استفاده از شعله باز برای تقطیر سریع باید شعله و بالن تقطیر را با یک صفحه محافظ محصور کرد. بیشتر از نصف حجم بالن تقطیر را پر نکنید. ابتدا خلا را برقرار کنید و سپس به محلول حرارت دهید. در انتهای تقطیر پس از سرد شدن، بالن خلا را به آرامی بشکنید و بگذارید هوا یا ازت وارد آن شود. از تقطیر مواد کهنه و قابل تجزیه خودداری کنید. در صورت اجبار حتماً تقطیر را با احتیاط و از پشت

حفاظ مناسب انجام دهید. برای تقطیر تمام مواد ابتدا با مقدار کم کار کنید و دما را به تدریج و با احتیاط زیاد کنید.

- صاف کردن در خلا:

ارلن و ظروفی که برای صاف کردن در خلا به کار می‌روند باید کاملاً مقاوم باشند و نیز به خوبی ثابت شده باشند تا تحمل مکش و کشش‌ها را داشته باشند. ظروف انتخابی باید تحمل فشار مورد نظر را داشته باشند. در مواردی که صاف کردن به خوبی انجام نمی‌شود (مانند محلول‌های کلوئیدی) افزایش خلا مشکل را برطرف نمی‌کند و ممکن است منجر به انفجار شود. بنابراین از ایجاد فشار خلا بالای ۵۰۰ میلیمتر جیوه خودداری کنید.

فصل پنجم

وسایل مصرفی و مواد زائد در آزمایشگاه



در این فصل در خصوص نحوه برخورد با ظروف آسیب دیده آزمایشگاهی، مواد زائد و ... توضیح داده می‌شود.

۵-۱- شستشوی ظروف آزمایشگاهی

- هنگام شستشوی ظروف آزمایشگاهی حتما از دستکش سالم و بی‌سوراخ استفاده کنید.
- هرگز ظروف مواد غذایی را در سینک مواد شیمیایی و ظروف آلوده نشوئید.
- به هیچ عنوان حتی یک قطره از مواد شیمیایی را درون سینک نریزید. ممکن است ماده شیمیایی ریخته شده با آب واکنش دهد و نفر بعد که آب را باز کند دچار حادثه شود. در یک مورد زمانی که دانشجو شیر آب را باز کرده است، در اثر تماس آب با ماده ریخته شده ناگهان سینک آتش گرفته است و دانشجو دچار سوختگی شده است! حتما مواد شیمیایی را در ظروف ضایعات بریزید.
- برای شستن ظروف تا جای ممکن از مواد شوینده استفاده کنید و از ترکیبات اسید نتیریک، اسید سولفوریک، اکسندهای قوی با هر ماده شیمیایی یا کلمه "پر" مثل پرکلریک اسید برای شستشو استفاده نکنید. اگر مجبور به استفاده از این مواد هستید حتما با مسئول آزمایشگاه هماهنگ کنید.
- برای خشک کردن ظروف با استن از مقدار کم آن استفاده کنید. استن بر روی لایه مغز انسان می‌نشیند و سبب فراموشی و آلزایمر می‌شود.

۵-۲- شیشه‌آلات و وسایل تیز

- **وسایل تیز عفونی:** هرگز روکش سوزن سر سرنگ‌ها را بر روی آن برنگردانید. بر روی ظروف پلاستیکی حاوی سوزن‌های مصرف شده برچسب بزنید.
- **وسایل تیز غیر عفونی:** از بطری‌های پلاستیکی دهانه گشاد یا جعبه‌های مقوایی مخصوص کارهای سنگین برچسب "وسایل تیز" بزنید. هنگامی که ظروف پر شد درب آنها را محکم بسته و بپوشانید و آنها را در محل زباله‌های عمومی قرار دهید.

- ظروف شیشه‌ای شکسته غیر آلوده: یک جعبه مقوایی تهیه کنید و روی آن برچسب "شیشه‌های شکسته" نصب کنید. هنگامی که پر شد درب آن را با نوار بچسبانید و در محل زباله‌های عمومی قرار دهید.

- بطری‌های خالی واکنشگرهای شیمیایی: درب ظرف‌های خالی را باز کنید و اجازه دهید مواد فرار زیر هود تبخیر شوند. بطری‌ها را به مرتبه با آب شیر شسته و اجازه دهید خشک شوند. برچسب‌ها را پاک کرده یا از ظرف جدا کنید. بطری‌های بدون درب را در محل زباله‌های عمومی بیندازید.

مواد شیمیایی را در فاضلاب نریزید!

مواد خطرناک را بر روی زمین نریزید!

محل ذخیره مواد خطرناک را با رنگ زرد مشخص کنید!

۵-۳- جمع‌آوری مواد زائد آزمایشگاهی

- مواد زائدی که بهترین سازگاری را با یکدیگر دارند را با هم جمع‌آوری کنید.
- روی ظروف نگهداری مواد زائد برچسب بزنید و مشخصات آن را توضیح دهید.
- ظروف مواد زائد را در محیطی خارج از آزمایشگاه عادی جمع‌آوری کنید.
- بطری مواد زائد را کنار سینک یا کف شور قرار ندهید.
- ظروف نگهداری مواد زائد را کاملاً پر نکنید. چند سانتیمتر از فضای بالایی آن را خالی نگهدارید.
- درب بطری‌های مواد زائد را ببندید.

۵-۴- طبقه‌بندی و نحوه دور ریختن ضایعات شیمیایی

- محلول‌های آلی و مواد نفتی: این مواد را در ظروف مواد زائد ریخته و روی آن برچسب بزنید.

- حلال‌های آلی هالوژن‌دار: این مواد باید جدا از سایر حلال‌های آلی جمع‌آوری شوند.
- مواد شیمیایی با ترکیبات ناشناخته: این مواد باید توسط فرد یا سرپرست آنالیز شوند.
- مواد شیمیایی پراکسیدشونده (اترها) و مواد منفجره: این مواد را نباید با محلول‌ها و ضایعات دیگر مخلوط کنید. اگر مواد کهنه‌تر از یک سال هستند به آنها دست نزنید و به مسئول خود اطلاع دهید.
- مواد خورنده، اسیدها و بازها: آنها را در ظروف پلاستیکی جداگانه قرار دهید. هرگز ضایعات اسید و باز را با هم مخلوط نکنید و به صورت خوانا محتوای ظروف را بر روی ظرف برچسب بزنید.
- ضایعات بیولوژیکی: آنها را در ظروف پلاستیکی مخصوص ضایعات پزشکی قرار دهید. وزن هر بسته از ۱۸/۲ کیلوگرم بیشتر نشود. در جای خنک نگهداری کنید.

۵-۵- روش‌های خنثی‌سازی مواد زائد آزمایشگاهی

۵-۵-۱- پخش‌شدن مواد شیمیایی و تمیزکاری آنها

قبل از کار کردن با هر ماده شیمیایی باید MSDS آن را کاملاً مطالعه کنید تا با اطلاعات مربوطه، خطرات آن، کمک‌های اولیه، نحوه اطفاء حریق، نحوه نگهداری و انبار کردن و ... آشنا شوید. در MSDS هر ماده نحوه تمیزکاری آن در صورت ریختن بر روی زمین نوشته شده است. اگر مقدار ماده پخش شده بسیار کم باشد یا ماده کم‌خطر باشد سریع آن را طبق MSDS تمیز کنید. اما اگر ماده خطرناک بوده و حجم آن نیز زیاد باشد سریع از آزمایشگاه خارج شوید و به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید.

۵-۵-۲- پخش‌شدن جیوه

جیوه ماده بسیار خطرناکی است که بر سیستم عصبی، مغز، کلیه و رشد جنین اثر می‌گذارد. تماس با جیوه باعث صدمات ریوی، تهوع، استفراغ، اسهال، کاهش فشار خون و ضربان قلب و تحریک پوست و چشم می‌شود. اگر جیوه در محلی ریخته شد برای همیشه در آن محل باقی می‌ماند و در اثر تبخیر شدن در کل فضا پخش می‌شود. بنابراین:

- از انجام آزمایش و پروژه با جیوه خودداری کنید یا جیوه را با مواد دیگر جایگزین کنید.
- دماسنج، مانومتر، مهتابی و را با دقت جابجا کنید. اگر دماسنج یا مانومتر شکسته شد هر چه سریع تر به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید.
- اگر میزان جیوه ریخته شده کم باشد، از یک حباب مکنده یا اسفنج جیوه برای جمع آوری قطرات استفاده کنید. سپس جیوه را در یک ظرف سر بسته به وسیله آب بیوشانید و برچسب بزنید. برای جمع آوری جیوه درون درزها و شکافها، پودر گوگرد را روی آن پاشیده و بعد از چند ساعت مواد را جارو کرده و داخل کیسه پلاستیکی با برچسب مناسب مهر و موم کنید. اگر مقدار جیوه زیاد بود، باید محیط را بسته و با استفاده از ماسک تنفسی جیوه نسبت به جمع آوری جیوه توسط پمپ خلا اقدام کنید.

۵-۵-۳- پسماندهای روغنی

روغن های پسماند را باید از سایر پسماندها (حلال ها و محلول های آبی) جدا کرد و به موسسه ای که مجوز مربوط را داشته باشد تحویل داد تا از آزمایشگاه خارج کند.

۵-۵-۴- پسماندهای مایع

حلال های هالوژن دار (کلروفرم) را باید از حلال های بدون هالوژن مانند الکل جدا کرد و در ظرف های جداگانه نگهداری کرد.

۵-۵-۵- روش تخریب اسیدهای معدنی

اسیدهای معدنی مانند اسید کلریدریک، اسید برمید، اسید سولفوریک، اسید نیتریک و اسید پرکلریک هستند. اگر این اسیدها روی زمین ریخت روی سطح را با یک باز معدنی مانند سدیم هیدروژن کربنات جامد یا مقدار مساوی از سدیم کربنات + آهک بیوشانید. با احتیاط عمل کنید. زیرا واکنش ها گرمازا است. استفاده از عینک، دستکش و صفحه محافظ الزامی است.

۵-۵-۶- روش تخریب اسیدهای آلی

اسیدهای آلی نظیر استیک اسید، پیروئیک اسید، فرمیک اسید، مونوکلرو استیک اسید، بنزن سولفونیک اسید، پارا تولوئن سولفونیک اسید و مشتقات فسفریک اسیدها هستند. اگر این اسیدها روی زمین ریخت روی سطح آن را با سدیم کربنات بپوشانید و مانند تخریب اسیدهای معدنی عمل کنید.

۵-۵-۷- روش تخریب الکلها

الکلها را می توان با جریان زیاد آب در داخل سینک آزمایشگاه ریخت.

۵-۵-۸- روش تخریب قلیاهای معدنی

برای تخریب قلیاهای معدنی مانند محلول آمونیاک، کلسیم هیدروکسید، پتاس و لیتیوم هیدروکسید از افزایش تدریجی اسیدهای معدنی رقیق مانند کلریدریک اسید یا سولفوریک اسید استفاده می شود. اگر قلیا روی زمین ریخت سطح آلوده را با اسید کلرید ۶ مولار یا سولفوریک اسید رقیق بپوشانید. سپس مخلوط را با آب در سینک ظرفشویی آزمایشگاه بریزید. احتیاط کنید زیرا واکنش اسید و باز گرمازا است. در صورت ریختن هر گونه ماده شیمیایی در محیط آزمایشگاه حتما به مسئول مربوطه اطلاع دهید تا نسبت به خنثی سازی هر چه زودتر آن اقدام شود.

علائم هشداردهنده

• لوزی خطر



Flammability: قابلیت اشتعال جسم (رنگ قرمز)

Reactivity/ Instability: قابلیت فعل و انفعال شیمیایی و پایداری از نظر ترکیب ماده با آب

(رنگ زرد)

Health: خطرات بهداشتی ماده بر روی سلامتی (رنگ آبی)

Specific Hazard: خطرات خاص (بی رنگ)

• MSDS

هر برگه MSDS ماده شیمیایی شامل اطلاعات زیر است:

- مشخصات ماده و اجزای تشکیل دهنده آن
- اطلاعات عمومی
- هشدارهای حفاظتی
- کمک‌های اولیه
- اطفای حریق
- محافظت‌های شخصی هنگام کار با ماده
- محافظت محیط کار در هنگام پخش تصادفی ماده
- روش دفع ضایعات
- نحوه جابجایی و انبار کردن
- مشخصات فیزیکی و شیمیایی
- اطلاعات در خصوص اثرات زیستی
- سم شناسی
- پایداری و برهمکنش



ماده اکسیدکننده



ماده خورنده



ماده منفجره



ماده سمی



گاز تحت فشار



خطر نشت گاز



ماده قابل اشتعال



ماده رادیواکتیو



خطر برق گرفتگی



خطر سطح داغ



شیلد صورت بپوشید



از ماسک ایمنی استفاده کنید



گوشی محافظ بپوشید



از کاور کفش استفاده کنید



از عینک ایمنی استفاده کنید



استفاده از تجهیزات حفاظت فردی الزامی است