

فصل ششم:

کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی

هدف کلی

آشنایی با اصول ایمنی در آزمایشگاه‌های فعال در زمینه تحقیقات شیمیایی

اهداف اختصاصی

انتظار می‌رود پس از مطالعه این متن فراگیرنده بتواند:

- ۱- تعریفی از ایمنی شیمیایی، ماده، ماده شیمیایی و ماده شیمیایی مخاطره‌آمیز و برگه داده‌های ایمنی ماده ارائه دهد.
- ۲- توضیحاتی درباره چگونگی نگهداری، برچسب زدن و دفع پسماندهای شیمیایی در آزمایشگاه ارائه دهد.
- ۳- راهکارهای مناسب برای مواجهه با ریختن انواع مواد شیمیایی طراحی و بیان کند.
- ۴- برخی از مواد شیمیایی پر مصرف و ایمنی مربوط به هر کدام را شرح دهد.

مقدمه

ایمینی شیمیایی، اصول و دستورالعمل‌های استاندارد ضروری برای کاهش احتمال خطر در کار با انواع مواد شیمیایی، بخصوص مواد شیمیایی خطرناک است. به علت استفاده گسترده از انواع مواد شیمیایی در آزمایشگاه‌های مختلف تحقیقاتی، بویژه آزمایشگاه‌های شیمی، دانستن این اصول اولیه برای تمامی افراد مرتبط با این نوع آزمایشگاه‌ها امری اجتناب ناپذیر است. در این فصل، گزیده‌ای از این قبیل اصول ایمینی آزمایشگاهی مطرح می‌گردد.

۱-۶- مدیریت و کار با مواد شیمیایی

۱-۱-۶- تعاریف

ماده^۱: شیئی که در هنگام ساخت به شکل یا طرح خاصی در می‌آید و یا شیئی که به حالت طبیعی خود وجود داشته و کار با آن بطور کامل و یا تا حدودی بستگی به شکل و طرح آن دارد .

مواد شیمیایی^۲: عناصر و ترکیبات شیمیایی و مخلوط‌هایی از آن‌ها که بصورت طبیعی و یا مصنوعی وجود دارند .

مواد شیمیایی مخاطره آمیز^۳: شامل هر ماده شیمیایی است که بعنوان ماده مخاطره آمیز طبقه‌بندی شده و یا اطلاعات موجود بر مخاطره آمیز بودن آن ماده شیمیایی دلالت می‌کند.

۱. Substance

۲. Chemical substances

۳. Hazardous chemical substances

۷۲.....فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
استفاده از مواد شیمیایی در حین کار: هر فعالیت شغلی که ممکن است فرد
را با یک ماده شیمیایی مواجه کند؛ از جمله
تولید، کار، ذخیره، انتقال، از بین بردن یا دفن مواد زائد و تعمیر و تمیز کردن
وسایل و ظروف حاوی مواد شیمیایی.

۲-۱-۶- طبقه‌بندی مواد شیمیایی

از طبقه‌بندی مواد شیمیایی به منظور استفاده بی‌خطر از مواد شیمیایی،
شناخت خصوصیات و خطرات آن‌ها برای سلامتی انسان و محیط‌زیست و نیز
شناخت راه‌های کنترل مخاطرات مواد شیمیایی صورت می‌گیرد. برای تأمین
اطلاعات درباره مواد شیمیایی، می‌توان به تامین‌کنندگان، تولیدکنندگان،
واردکنندگان، برگه‌های اطلاعات ایمنی و بهداشتی، قوانین و مقررات ملی
کشورها و یا پروتکل آزمایش رجوع کرد. مواد شیمیایی از چند نظر قابل
طبقه‌بندی می‌باشند:

الف- طبقه‌بندی از نظر قابلیت احتراق و انفجار؛ منفجره، اکسیدکننده، شدیداً
آتش‌گیر و آتش‌گیر

ب- طبقه بندی از نظر خطرات زیست محیطی؛ سمی برای موجودات زنده،
پایدار در محیط‌زیست و قابل تجمع زیستی

۱-۲-۱-۶- گازهای فشرده^۱

معمولاً برای انجام کارهای آزمایشگاهی، گازهای مورد نیاز مانند نیتروژن و
اکسیژن، به صورت مایع و فشرده در داخل سیلندرهای تحت فشار عرضه می-
شوند. بدلیل فشار بالای داخل این سیلندرها، ممکن است در اثر ضربه یا گرما

۱. Condensed gases

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۷۳

دچار حادثه و انفجار شوند. با توجه به این که آزاد شدن سریع گاز، به دلیل فشار بالا، سبب عوارض جبران ناپذیری برای کارکنان و حاضرین در آزمایشگاه می‌شود، این دسته به عنوان اولین گروه مواد مخاطره‌آمیز طبقه‌بندی شده‌اند. پس از آشنایی با این دسته از مواد شیمیایی، پیشنهاد می‌شود برای ایمنی کار، اصولی که در زیر آمده‌اند را مدنظر قرارداد:

الف- سیلندر گاز فقط توسط افراد آشنا به این گونه لوازم نصب و درپچه آن توسط این افراد بررسی شود.

ب- همیشه در حالت ایستاده و سرپا نگهداری شوند. از نگهداری به صورت خوابیده یا مورب اکیداً خودداری شود.

پ- هنگامی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، حتماً درپوش آن‌ها بسته باشد.

ت- برای تنظیم کردن خروج گاز، از تنظیم‌کننده‌های استاندارد و مناسب استفاده شود. ترجیحاً این کار توسط افراد آشنا به این قبیل تجهیزات صورت-گیرد.

ث- در صورت نیاز به جابه‌جایی، حتماً با احتیاط منتقل شوند. در هنگام حمل و نقل، اطمینان از ایمن بودن موقعیت سیلندر ضروری است.

ج- از نگهداری در نزدیکی گرما و آتش خودداری شود.

۲-۲-۱-۶- مواد قابل اشتعال و آتش‌گیر

همانطور که از نام این دسته برمی‌آید، در صورت مجاورت با شعله، جرقه و یا گرما، می‌سوزند و یا احتمال دارد منفجر شوند. مواد قابل‌اشتعال^۱، موادی هستند که در دمای آزمایشگاه قابلیت سوختن دارند. از نمونه‌های بارز مواد

۱. Flammable

۷۴.....فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی

قابل اشتعال در یک آزمایشگاه، می توان به استون، اتیل اتر، سدیم، هیدروژن، لیتیم، استیلن، الکل اتیلیک و پتاسیم اشاره کرد. مواد آتش گیر به موادی گفته می شود که هنگام حرارت دادن، می سوزند مانند نفت و مشتقات آن.

پس از آشنایی با این دسته از مواد شیمیایی، پیشنهاد می شود برای ایمنی کار، اصولی که در زیر آمده اند را مدنظر قرار داد:

الف- از نگهداری این مواد در کنار مواد اکسیدکننده و اسیدها خودداری شود.

ب- همانطور که گفته شد، نگهداری این مواد در نزدیکی گرما، شعله و جرقه می تواند مشکلات جبران ناپذیری ببار آورد. در نتیجه، دور بودن این مواد از گرما، جرقه و شعله ضروری است. همچنین، استعمال دخانیات در نزدیکی این مواد ممنوع است.

پ- از گرم کردن مستقیم مواد قابل اشتعال، روی شعله و یا صفحات گرم کننده خودداری شود.

ت- در صورت ریختن و پخش شدن مایعات قابل اشتعال، برای تمیز کردن از آب استفاده نشود.

ث- پسماندهای این مواد، هیچگاه در داخل سینک ظرفشویی یا دست شویی ریخته نشوند.

ج- ترجیحاً این مواد در یخچال های مخصوص نگهداری شوند.

چ- محل های در نظر گرفته شده برای نگهداری این مواد، باید دارای لوازم مناسب تمیز کردن و کپسول آتش نشانی حاوی کف دی اکسید کربن^۱ باشند.

۱. Carbon dioxide foam

۳-۲-۱-۶- مواد اکسیدکننده

مواد اکسیدکننده^۱، با تولید اکسیژن، توانایی بالقوه سوزاندن و منفجر کردن سایر مواد را دارند. به همین دلیل، در صورت تماس با پوست یا چشم فرد، می-توانند مخاطره آمیز باشند.

از نمونه مواد اکسیدکننده آلی که یون‌های پراکسید ایجاد می‌کنند، می‌توان به آلدهیدها، کتون‌ها، اترها، فلزات قلیایی مانند سدیم، آلکوکسیدها، آمین‌ها و مشتقات حاوی وینیل اشاره کرد.

از انواع مواد شیمیایی که در صورت پخش شدن در هوا، می‌توانند یون پراکسید تولید کنند، می‌توان سیکلوهگزان، تتراهیدروفوران^۲، دکالین، اتیل‌اتر و ایزوپروپیل‌اتر را نام برد.

پس از آشنایی با این دسته از مواد شیمیایی، پیشنهاد می‌شود برای ایمنی کار، اصولی که در زیر آمده‌اند را مدنظر قرار داد:

- الف- از نگهداری این مواد در کنار مواد قابل اشتعال و آتش‌گیر خودداری شود.
- ب- از گرما و شعله دور نگه داشته شوند.
- پ- در هنگام بکار بردن این مواد، از تجهیزات فردی و لباس‌های مناسب استفاده شود.

۴-۲-۱-۶- مواد با اثرات سمی جدی و فوری

این مواد، می‌توانند در اثر استنشام، بلعیده شدن و یا از راه پوست، سمیت-های فوری و خطرناکی ایجاد کنند که ممکن است باعث مرگ شود.

۱. Oxidizing agents

۲. Tetrahydrofuran (THF)

۷۶.....فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
پس از آشنایی با این دسته از مواد شیمیایی، پیشنهاد می‌شود برای ایمنی
کار، اصولی که در زیر آمده‌اند را مدنظر قرار داد:
الف- از استشمام گاز یا بخارات خودداری شود.
ب- از تماس پوستی و چشمی با مواد شیمیایی خودداری شود.
پ- هنگام کار با این مواد، از محافظ فردی مناسب استفاده شود.

۵-۲-۱-۶- مواد خورنده

مواد خورنده^۱ شامل اسیدهای قوی مانند اسید سولفوریک، اسید
هیدروکلریک و اسید نیتریک و همچنین بازهای قوی مانند سود،
هیدروکسید آمونیوم و تری‌هیدروکسید کروم می‌باشند که در اثر تماس فردی،
ممکن است باعث سوزش چشم‌ها و پوست و یا در اثر استشمام، سبب سوختن
بافت‌های دستگاه تنفسی شوند.

پس از آشنایی با این دسته از مواد شیمیایی، پیشنهاد می‌شود برای ایمنی
کار، اصولی که در زیر آمده‌اند را مدنظر قرار داد:
الف- این مواد باید بصورت جداگانه از مواد دیگر نگهداری شوند.
ب- از بوییدن و استشمام ماده و بخار آن اکیداً خودداری شود.
پ- از تماس مستقیم با پوست و چشم خودداری شود.
ت- هنگام کار با این مواد، از روش‌های مناسب حفاظت فردی استفاده شود.

۱. Corrosive agents

۶-۲-۱-۶- مواد کارسینوژن

به موادی گفته می‌شود که توانایی ایجاد سرطان^۱ داشته باشند. مواد شیمیایی، از نظر کارسینوژن^۲ بودن، به ۵ دسته تقسیم می‌شوند:

یک- آن دسته مواد شیمیایی که سبب بالارفتن احتمال ایجاد تومور بدخیم در گونه‌های متعدد حیوانات آزمایشگاهی می‌شوند.

دو- آن دسته مواد شیمیایی که در یک گونه، ایجاد تومور بدخیم^۳ و در گونه‌های متعدد ایجاد تومور خوش خیم^۴ می‌نمایند.

سه- آن دسته مواد شیمیایی که مشاهدات کافی برای قضاوت درباره آن‌ها وجود ندارد.

چهار- آن دسته مواد شیمیایی که تقریباً هیچ مشاهده سرطان‌زایی از آن‌ها دیده نشده است.

پنج- آن دسته مواد شیمیایی که قابلیت سرطان‌زایی ندارند.

پس از آشنایی با این دسته از مواد شیمیایی پیشنهاد می‌شود برای ایمینی کار، اصولی که در زیر آمده‌اند را مدنظر قرار داد:

الف- ظروف نگهداری این مواد، باید دارای برچسبی واضح باشند و در مکان‌هایی جدا از سایر مواد، ترجیحاً در مکانی دارای قفل، نگهداری شوند.

ب- در محل کار با این مواد، باید علامت‌های هشداردهنده موجود باشد.

پ- تمام سطوح کار با این مواد، باید توسط لایه‌ای از استیل زنگ‌نزن^۵ یا کاغذهای پلاستیکی پوشیده شود.

۱. Cancer
۲. Carcinogen
۳. Malignant
۴. Benign
۵. Stainless steel

۷۸..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی

ت- هر فردی که در آزمایشگاه کار می‌کند، باید نسبت به طرز کار با این مواد، کمک‌های اولیه، مراقبت از آزمایشگاه و آزمایش‌های مورد احتیاج پزشکی آگاه‌باشد. مسئول آزمایشگاه، باید نام تمامی افرادی که با مواد کارسینوژن کار می‌کنند را در فهرستی سازماندهی کند.

ث- برای کار با این مواد نیاز به تجهیزات محافظ فردی و محلی همراه تهویه با کارایی بسیار بالا است.

ج- باید به افراد مراجعه کننده به آزمایشگاه، درباره مواد سرطان‌زای مورد استفاده در محیط، اخطار کرد.

از سری مواد کارسینوژن که بطور معمول در آزمایشگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۴- نیتروبی‌فنیل، آلفا و گاما نفتیل‌آمین، متیل کلرومتیل‌اتر، بیس کلرومتیل‌اتر، ۴-آمینودی‌فنیل، کلروفرم، بنزن، گاما‌پروپیولاکتون، اکریلونیتریل، آرسنیک، وینیل کلراید و غیره.

۷-۲-۱-۶- مواد موتاژن و تراژن

به مواد شیمیایی که جهش^۱ را در اسیدهای نوکلئیک القاء می‌کنند، موتاژن^۲ و موادی که در تکامل جنین ایجاد اختلال می‌نمایند، تراژن^۳ می‌گویند.

احتیاط‌های پیشنهادی برای ایمنی کار با مواد موتاژن و تراژن تقریباً همان احتیاط‌های مورد نیاز برای کار با مواد سرطان‌زاست.

۱. Mutation
۲. Mutagenic
۳. Teratogenic

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۷۹

از سری مواد موتاژن و تراژن که بطور معمول در آزمایشگاهها مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان آرسنیک، برومید اتیدیوم، اشعه‌های یونیزان و مواد آلکیله کننده (موتاژن) و دی‌بروموکلروپروپان، اکسید اتیلن (تراژن) را نام برد.

۳-۱-۶- برچسب‌گذاری

۳-۱-۶-۱- هدف

هدف از برچسب زدن^۱، ارائه اطلاعات اساسی درباره طبقه بندی مواد شیمیایی، مخاطرات ماده شیمیایی، احتیاط‌هایی که بایستی رعایت شوند و نیز اطلاعات بیانگر مخاطرات مربوط به مواجهه مزمن و یا حاد با مواد می‌باشد. برچسب، باید دارای اطلاعات محتوایی مشخص، ابعاد قابل قبول و نمادهای هشداردهنده و نوع خطر ماده شیمیایی باشد که در اینجا به شرح هر کدام از آنها می‌پردازیم.

۳-۱-۶-۲- اطلاعات محتوایی

برچسب، باید شامل مواردی مانند نام تجاری، نوع ماده شیمیایی، نام، آدرس و شماره تلفن عرضه‌کننده کالا، علائم مخاطره‌آمیز بودن آن، ماهیت مخاطرات ویژه حین کار با آن، احتیاط‌های ایمنی و تعیین گروه شیمیایی آن ماده باشد.

۱. Labeling

۸۰.....فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی

۳-۱-۶- ابعاد برچسب

ابعاد برچسب، باید به نحوی باشد که تمام اطلاعات مربوط به ماده شیمیایی شامل نام، فرمول شیمیایی بسته و باز، مقدار ماده موجود در ظرف نگهداری روی آن قابل درج باشد. معمولاً برای مواد شیمیایی مایع مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها، از جدول ۱-۶ استفاده می‌شود.

جدول ۱-۶- نحوه تنظیم برچسب مواد شیمیایی مایع در آزمایشگاه‌ها.

ظرفیت بسته‌بندی (بر حسب لیتر)	حداقل ابعاد برچسب (بر حسب میلی‌متر)
کمتر از ۳ لیتر	۷۲ در ۵۲
بیش از ۳ لیتر و کمتر از ۵۰ لیتر	۱۰۵ در ۷۴
بیش از ۵۰ لیتر و کمتر از ۵۰۰ لیتر	۱۴۸ در ۱۰۵
بیش از ۵۰۰ لیتر	۲۱۰ در ۱۴۸

۴-۱-۳-۶- برچسب خطرات شیمیایی

این برچسب شامل علائم هشداردهنده و خطرات ناشی از مواد شیمیایی است که یا همراه با برچسب خصوصیات ماده یا توسط برچسبی جدا روی ظرف ماده شیمیایی نصب می‌شود.

الف- علائم هشداردهنده

علائم هشداردهنده، دسته شیمیایی مواد (خورنده، آتش‌گیر، اکسیدکننده) را مشخص می‌کنند. جدول ۲-۶، توضیحاتی درباره این علائم، همراه با حروف اختصاری آن‌ها ارائه می‌دهد.

ب- برچسب خطرات ناشی از مواد شیمیایی (شکل ۱-۶)

جدول ۲-۶- علائم هشدار دهنده مواد شیمیایی.

توضیحات	نمادهای تصویری	نماد حرفی
<p>ماده منفجره. تحت تأثیر شعله، ضربه یا اصطکاک منفجر می‌شود</p>		<p>E (Explosive agents)</p>
<p>ماده اکسید کننده. هنگام ایجاد واکنش با سایر مواد، به‌ویژه مواد آتش‌گیر، مقادیر زیادی حرارت تولید می‌کند</p>		<p>O (Oxidizing agents)</p>
<p>ماده بسیار آتش‌گیر. در درجه حرارت هوای آزاد گرم شده آتش می‌گیرد و یا ماده جامدی است که می‌تواند به سهولت پس از تماس کوتاه با منشا حریق، آتش گرفته و پس از سوختن کامل منشا، به سوختن خود</p>		<p>F (Highly flammable agents)</p>

توضیحات	نمادهای تصویری	نماد حرفی
ادامه دهد		
<p>شدیداً آتش گیر. مایعاتی که می توانند در درجه حرارت معادل با درجه حرارت بدن انسان، به جوش آمده و بخارهای آنها در اثر تماس با شعله آتش بگیرند</p>		<p>F+ (Extremely flammable agents)</p>
مواد سمی		<p>T (Toxic agents)</p>

توضیحات	نمادهای تصویری	نماد حرفی
<p>مواد بسیار سمی. در صورت استنشاق، بلع یا نفوذ از راه پوست می-توانند سبب ساز خطرات بهداشتی بسیار جدی حاد یا مزمن و حتی مرگ شوند</p>		<p>T+ (Very toxic agents)</p>
<p>مواد خورنده. در تماس با بافت‌های زنده می-توانند سبب تخریب و یا در صورت تماس یا تراوش این، سبب سوختگی شوند</p>		<p>C (Corrosive agents)</p>
<p>مواد زیان آور. خطر بهداشتی آنها کمتر از مواد سمی بوده و باعث وقوع واکنش‌های آلرژیک می‌شوند</p>		<p>Xn (Harmful agents)</p>

نماد حرفی	نمادهای تصویری	توضیحات
Xi (Irritant agents)		مواد التهاب‌زا. مانند مواد خورنده‌اند ولی اثرات خفیف‌تری دارند



شکل ۱-۶- تقسیم‌بندی خطرات مواد شیمیایی توسط رنگ‌ها.

- قسمت آبی

خطرات بهداشتی را در ۵ درجه تقسیم می‌کند و با توجه در قسمت مربوط با درج اعداد موردنظر می‌توان از خطرات بهداشتی آن ماده اطلاع حاصل نمود که درجات خطر به شرح زیر می‌باشد:

درجه ۴ (خطر) - در تماس کوتاه مدت می‌تواند کشنده باشد و به تجهیزات حفاظتی خاص نیاز دارد

درجه ۳ (هشدار) - ماده شیمیایی، خورنده یا سمی است. از تماس با پوست یا استنشاق آن خودداری شود

درجه ۲ (هشدار) - ماده شیمیایی در صورت استنشاق یا ورود به بدن می-
تواند زیان‌آور باشد

درجه ۱ (احتیاط) - ماده شیمیایی می‌تواند باعث التهاب شود

درجه ۰ - ماده شیمیایی خطرات غیرعادی در بر ندارد

- قسمت قرمز

قابلیت اشتعال پذیری مواد شیمیایی را در ۵ درجه به شرح زیر تقسیم می-
نماید:

درجه ۴ (خطر) - گاز قابل اشتعال یا مایع شدیداً آتش‌گیر است

درجه ۳ (هشدار) - مایع آتش‌گیر با نقطه اشتعال زیر ۱۰۰ درجه فارنهایت
است

درجه ۲ (اخطار) - مایع قابل احتراق با نقطه اشتعال بین ۱۰۰ تا ۲۰۰
درجه فارنهایت است

درجه ۱ - ماده شیمیایی، در صورت گرم‌شدن قابل احتراق است

درجه ۰ - ماده شیمیایی غیر قابل احتراق است

- قسمت زرد

قابلیت واکنش پذیری مواد شیمیایی را در ۵ درجه به شرح زیر تقسیم می-
نماید:

درجه ۴ (خطر) - ماده قابل انفجار در حرارت اتاق است

درجه ۳ (خطر) - ماده در صورت تکان شدید، گرم‌شدن تحت شرایط

احتباس یا اختلاط با آب، می‌تواند منفجر شود

۸۶..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
درجه ۲ (هشدار) - ماده در صورت اختلاط با آب ناپایدار بوده و یا می تواند
شدیداً واکنش دهد
درجه ۱ (احتیاط) - گرم شدن یا اختلاط ماده با آب می تواند باعث ایجاد
واکنش اما نه بصورت شدید گردد
درجه ۰ (پایدار) - ماده در هنگام اختلاط با آب واکنش ایجاد نمی کند

- قسمت سفید (نکات ویژه)

بیان مخاطرات ویژه ماده شیمیایی در این قسمت درج می گردد. به عنوان
مثال:

W واکنش پذیر با آب است

OX عامل اکسید کننده است

مواد رادیواکتیو

۲-۶- برگه داده‌های ایمنی ماده

۱-۲-۶- تعریف

هدف از تهیه برگه حاوی داده‌های ایمنی ماده^۱، اطمینان دادن شرکت‌سازنده
به استفاده‌کننده درباره شناسایی و ارزیابی خطرات بالقوه آن ماده و در اختیار
قرار دادن این اطلاعات می‌باشد. برگه داده‌های ایمنی ماده باید طیف وسیعی از
اطلاعات ایمنی مربوط به یک ماده شیمیایی یا بیولوژیک مشخص را

۱. Material Safety Data Sheets

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۸۷
دربداشته باشد تا استفاده‌کننده بتواند با خطرات احتمالی مواجهه با آن
آشناشده و برای موقعیت‌های اضطراری آماده باشد.

۲-۲-۶- محتویات

این برگه حاوی اطلاعاتی از قبیل شماره بین‌المللی تماس با سازنده، توصیف
خطرات احتمالی ناشی از ماده، کمک‌های اولیه متناسب برای کسی که در
معرض آن قرار گرفته، ترکیبات مناسب جهت خاموش کردن آتش ناشی از
آتش‌سوزی مواد آتش‌زا، طرق مختلف رویارویی با گسترش و یا پخش شدن
ناگهانی ماده مانند سرریز شدن و یا ریختن، روش نگهداری ماده، روش‌های
محافظت شخصی لازم برای کار با آن ماده و در موارد قرارگیری بیش از حد
در برابر آن، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ماده، میزان فعالیت و پایداری،
اطلاعاتی راجع به سمیت ماده، ملاحظات مربوط به حذف آن، اطلاعاتی
درباره روش حمل و نقل، کدهای خطر نمایانگر خطرات مرتبط با ماده
شیمیایی و تذکرات درباره نحوه کار با آن می‌باشد که کارشناسان آزمایشگاه،
این اطلاعات را همراه با اطلاعاتی که خود برای هر ترکیب مورد استفاده در
آزمایشگاه تهیه کرده‌اند، بکاربرده و یا آن را برای آزمایشگاه بهینه می‌کنند.

۲-۲-۳- نکات عمومی

- قبل از سفارش مواد شیمیایی، باید برگه داده ایمنی ماده مورد نظر را با
استفاده از سایت اینترنتی شرکت سازنده بررسی کرده و تمهیدات لازم برای
کار با آن ماده را در آزمایشگاه فراهم آورد.

۸۸.....فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی

- برگه‌ها باید در یک جا نگهداری شوند و قبل از استفاده از هر ماده، برگه مربوط به آن خوانده شود.

- تاریخ دقیق رسیدن ماده شیمیایی به آزمایشگاه باید یادداشت شود و آن ترکیب بر اساس دستورالعمل مندرج در برگه آن نگهداری گردد.

- تمام مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایشگاه بهتر است که به ترتیب زیر برچسب‌گذاری و طبقه‌بندی شوند.

D_۱: داروهای ثبت‌شده و ترکیبات درون‌زا

D_۲: داروهای با خطر بیشتر مانند داروهای ضدسرطان

D_۳: داروهای کنترل‌شده مانند داروهای با قابلیت سوء استفاده

C_۱: مواد شیمیایی غیرسمی

C_۲: کپسول‌های دارای گاز فشرده‌شده

C_۳: مواد فرار قابل اشتعال

C_۴: مواد شیمیایی خورنده

C_۵: مواد بسیار سمی و کارسینوژن‌ها

۳-۶- نگهداری مواد شیمیایی و فهرست کنترل

۱-۳-۶- راهنمای عمومی نگهداری

بجز گروه‌بندی و در نظر گرفتن خصوصیات سمی انواع مواد شیمیایی، دستورالعملی کلی و عمومی برای نگهداری و کار با ترکیبات شیمیایی در هر آزمایشگاه باید بطور جداگانه طراحی و تدوین گردد. این امر سبب می‌شود تا حداقل مبانی ایمنی مربوط به کار با انواع مواد شیمیایی موجود در هر

آزمایشگاه رعایت شده و همچنین خطرات ناشی از کار و در نتیجه آن حوادث و اتفاقات خطرناک کمتری روی دهد. به این جهت، نکات زیر برای نگهداری و کار با انواع مواد شیمیایی در آزمایشگاه‌ها پیشنهاد می‌شود.

الف- هیچگاه دسترسی و مسیرهای منتهی به لوازم و تجهیزات ایمنی مانند کپسول‌های آتش‌نشانی، دوش‌های چشمی و جعبه کمک‌های اولیه را مسدود نکنید.

ب- از مسدود کردن راه‌های خروجی و مسیرهای معمول رفت و آمد در آزمایشگاه خودداری کنید.

پ- اطمینان حاصل کنید که مواد شیمیایی ذخیره‌شده، ظرفیتی بیش از قفسه و کابینت مورد نظر نداشته باشند.

ت- مطمئن شوید که قفسه‌های متصل به دیوار، قدرت و حمایت کافی برای نگهداری ظرف حامل مواد شیمیایی را دارند. قدرت قفسه، بست‌های اتصال و کیفیت حمایتی آن‌ها را بررسی کنید.

ث- محل قراردادن ظروف را طوری تنظیم کنید که احتمال افتادن آن‌ها از لبه قفسه وجود نداشته باشد.

ج- مواد را طوری انباشته نکنید که پایداری آن‌ها کاهش یابد.

چ- حداقل ۵۰ سانتی‌متر فاصله از قسمت فوقانی ظرف تا سقف انبار در نظر گرفته شود.

ح- همیشه برای برداشتن ظروف و لوازم از سطوح بالاتر، از نردبان استفاده کنید. صندلی وسیله ایمنی مناسب جهت این کار نیست.

خ- مواد شیمیایی با استفاده مکرر را در محلی با ارتفاعی بین زانو و شانه نگهداری کنید.

- ۹۰..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
- د- ظروف و لوازم سنگین تر را در قفسه‌های پایینی قرار دهید.
- ذ- مواد شیمیایی خطرناک را تنها در محل‌هایی که افراد مجاز قابلیت دسترسی به آن‌ها را دارند نگهداری کنید.
- ر- تعداد ظروف و نیز اندازه ظروف نگهداری شده در آزمایشگاه را به حداقل برسانید.
- ز- از نگهداری مواد شیمیایی در زیر سینک، روی زمین و یا روی میز و نیمکت خودداری کنید.
- ژ- مواد شیمیایی را در محلی دوز از حرارت و نور مستقیم خورشید قرار دهید.
- س- بطری‌های مواد شیمیایی را هیچوقت روی هم نگذارید.
- ش- مواد شیمیایی را هیچگاه در ارتفاعی بالاتر از شانه قرار ندهید.
- ص- ظروف حاوی مواد شیمیایی را درون کابینت‌های درب‌دار و یا روی قفسه‌هایی که دارای ۱۳ تا ۲۰ میلی‌متر "محافظ لبه"^۱ هستند نگهداری کنید.
- ض- از نیفتادن ظروف از لبه قفسه اطمینان حاصل کنید.
- ط- محل‌هایی برای انبار و نگهداری دسته‌های مختلف مواد شیمیایی در نظر بگیرید و بعد از پایان آزمایش، هر ماده را سر جای خود قرار دهید.
- ظ- مواد شیمیایی سمی بخار شونده را در محل‌های خاصی مانند هودها نگهداری کنید.
- ع- مواد قابل اشتعال نیازمند به برودت مناسب را در یخچال‌های ایمن آزمایشگاهی نگهداری نمایید.
- غ- مواد شیمیایی واکنش‌پذیر و ناپایدار را برچسب‌گذاری کنید.

۱. Edge guard

ف- مواد شیمیایی اضافه را به سرعت از محیط آزمایشگاه و انبار حذف کنید.

۲-۳-۶- تفکیک شیمیایی

برگه داده اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی، بهترین و مورد اطمینان ترین منبع برای تعیین دستورالعملی جهت نگهداری مواد شیمیایی مختلف است. با بررسی این برگه‌ها و طبقه‌بندی مواد شیمیایی بر پایه آنچه در بخش ۴-۳-۱-۶ آمده، می‌توان شمایی از چگونگی تفکیک و نگهداری مواد شیمیایی گوناگون، مانند آنچه که در جدول ۳-۶ آورده شده، طراحی کرد.

۳-۳-۶- سازگاری شیمیایی

روش‌های نگهداری ذکر شده ممکن است در تفکیک مواد با ناسازگاری‌های شیمیایی مختلف از بروز اختلاط بین آن‌ها پیش‌گیری نکند. ممکن است واکنش‌های شدید و خطرناکی حتی بین مواد شیمیایی موجود در یک دسته از ترکیبات اتفاق بیفتد. جدول ۴-۶ رابطه هر دسته مواد شیمیایی با دسته‌های دیگر و جدول ۵-۶، نمونه‌هایی از مواد ناسازگار باهم که به‌طور معمول استفاده می‌شوند را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۶- نحوه تفکیک پیشنهادی برای نگهداری مواد شیمیایی.

<p>حلال‌های غیرقابل اشتعال</p> <ul style="list-style-type: none"> - نگهداری در کابینت - قابل نگهداری با مایعات قابل اشتغال - تفکیک از مواد اکسیدکننده مثال: تتراکلرید کربن، اتیلن گلیکول و روغن معدنی 	<p>مواد قابل اشتعال</p> <ul style="list-style-type: none"> - نگهداری در کابینت‌های انبار مایعات قابل اشتعال روی زمین - تفکیک از مواد اکسیدکننده مثال: استن، اتانول و اسید استیک گلاسیال
<p>مواد سوزش آور</p> <ul style="list-style-type: none"> - نگهداری در محل خشک - تفکیک از اسیدها مثال: هیدروکسید آمونیوم، هیدروکسید سدیم و هیدروکسید پتاسیم 	<p>اسیدها</p> <ul style="list-style-type: none"> - نگهداری در کابینت مواد غیرآتش‌گیر^۱ - تفکیک اسیدهای اکسیدکننده از اسیدهای آلی - تفکیک از مواد سوزش آور^۲، سیانیدها و سولفیدها مثال: اسید نیتریک، اسید هیدروکلریک و اسید سولفوریک

۱. Noncombustible

۲. Caustics










(ادامه جدول ۳-۶)


<p>اکسید کننده‌ها</p> <p>- نگهداری در کابینت مواد غیر آتش‌گیر</p> <p>- تفکیک از مواد اشتعال‌پذیر و آتش‌گیر</p> <p>مثال: هیپوکلریت سدیم، بنزوئیل پروکسید و پرمنگنات پتاسیم</p>	<p>مواد واکنش‌دهنده با آب</p> <p>- نگهداری در محل‌های خشک و خنک</p> <p>- تفکیک از محلول‌های آبی</p> <p>- حفاظت از آتش ناشی از پاشیدن آب</p> <p>مثال: سدیم، پتاسیم و لیتیوم</p>
<p>گازهای تحت فشار اکسیدکننده</p> <p>- تفکیک فیزیکی از گازهای تحت فشار اشتعال‌پذیر</p> <p>مثال: اکسیژن، کلر و اکسید نیترو</p>	<p>گازهای تحت فشار غیر اکسیدکننده</p> <p>- نگهداری در محل با تهویه خوب</p> <p>- تفکیک فیزیکی از گازهای تحت فشار اکسیدکننده</p> <p>مثال: نیتروژن، هیدروژن و دی-اکسید کربن</p>
	<p>مواد جامد غیرفرار و غیر واکنش‌ناپذیر</p> <p>- نگهداری در کابینت‌ها و یا قفسه‌های دارای لبه حفاظتی</p> <p>مثال: آگار، کلرید سدیم و بی‌کربنات سدیم</p>

McGill University Lab. Safety Manual, accessed)

(June ۱, ۲۰۱۱

جدول ۴-۶- راهنمای نگهداری مواد فعال و خطرناک.

 Explosive			 OXIDIZING		
	-	+	+	O	+
 OXIDIZING	-	-	-	+	O
	-	-	+	-	+
	-	+	-	-	+

	+	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---

* هر علامت جدول عمودی با متناظر خود در جدول افقی خوانده شود.
 علامت + به این معناست که دو ماده، قابل نگهداری با هم هستند. علامت O
 یعنی با رعایت احتیاط‌های خاصی، این مواد می‌توانند با هم در یک کابینت
 ولی جدا از هم نگهداری شوند. علامت - یعنی موادی که نباید کنار هم
 نگهداری شوند.

جدول ۵-۶- نمونه‌هایی از ناسازگاری مواد شیمیایی.

ممانعت از تماس با ترکیبات زیر	ماده شیمیایی
جیوه، کلر، برم، ید، هیپوکلریت کلسیم، اسید هیدروفلوریک	آمونیاک بدون آب ^۱
اسید نیتريت و آب اکسیژنه	آنیلین
مس، کروم، آهن، بیشتر فلزات و نمک‌های آن‌ها، الکل‌ها، استن، آنیلین، نیترومتان، مایعات اشتعال پذیر و گازهای اکسیدکننده	آب اکسیژنه
کلر، برم، فلئور، مس، نقره و جیوه	استیلن
اسید کرومیک، اسید نیتريك، ترکیبات هیدروکسیل‌دار، اسید پرکلریک، پراکسیدها و پرمنگنات	اسید استیک
جیوه و نقره	اسید اگزالیک
انیدرید استیک، بیسموت و آلیاژهای آن و مواد آلی	اسید پرکلریک
آمونیاک بی‌آب و هیدروکسید آمنیوم	اسید هیدروفلوریک

۱. Anhydrous ammonia

ممانعت از تماس با ترکیبات زیر	ماده شیمیایی
کلرات و پرکلرات پتاسیم، پرمنگنات فلزات سبک مانند پتاسیم و سدیم	اسید سولفوریک
اسیداستیک، نفتالن، کامفر، گلیسرین، تریپانتین، الکل و مایعات اشتعال پذیر	اسید کرومیک
اسید استیک، آنیلین، اسید کرومیک، اسید هیدروسلیانیک، سولفید هیدروژن و مایعات و گازهای اشتعال پذیر	اسید نیتریک
مثل کلر	برم
تتراکلرید کربن، دی‌اکسید کربن و آب	پتاسیم
الکل‌ها، اسید استیک گلاسیال، انیدرید استیک، بنزآلدهید، دی‌سولفید کربن، گلیسرین، اتیلن گلیکول، اتیل استات، متیل استات و فورفورال	پراکسید سدیم
گلیسرین، اتیلن گلیکول، بنزآلدهید	پرمنگنات پتاسیم

ممانعت از تماس با ترکیبات زیر	ماده شیمیایی
و اسید سولفوریک	
استیلن، اسید فولمینیک، آمونیاک	جیوه
اسید نیتریک، گازهای اکسیدکننده	سولفید هیدروژن
کلریت کلسیم و تمام مواد اکسیدکننده	کربن فعال
آمونیاک، استیلن، بوتادی‌ان، متان، بوتان، پروپان، هیدروژن، کربید سدیم، ترپانتین و بنزن	کلر
اسید سولفوریک و اسیدهای دیگر	کلرات پتاسیم
نمک‌های آمونیوم، اسیدها، پودرهای فلزی و گوگرد	کلرات‌ها
نیترات آمونیوم، اسیدهای معدنی، آب اکسیژنه، پراکسید سدیم و هالوژن‌ها	مایعات اشتعال پذیر
استیلن و آب اکسیژنه	مس
استیلن، اسید اگزالیک، اسید تارتاریک و ترکیبات آمونیاکی	نقره
اسیدها، پودرهای فلزی، مایعات	نیترات آمونیوم

ممانعت از تماس با ترکیبات زیر	ماده شیمیایی
اشتهال پذیر، کلرات‌ها، نیترات‌ها.	
کلر، برم، فلوئور، اسید کرومیک و پراکسید سدیم	هیدروکربن‌ها
استیلن، آمونیاک (آب‌دار و بی‌آب)، هیدروژن	ید

(McGill University Lab. Safety Manual, accessed)

(June ۱, ۲۰۱۱)

۴-۶- روش حذف و کاهش مواد شیمیایی

۴-۶-۱- برچسب زدن

هنگام ریختن پسماندهای شیمیایی خطرناک^۱ در ظروف نگهدارنده، باید برچسب نمایانگر خطرناک بودن آن ماده روی ظرف زده شود. نام ماده شیمیایی باید بطور کامل و اختصاصی روی برچسب نوشته شود. از نوشتن نام اختصاری و یا فرمول شیمیایی خودداری گردد. پسماندهای شیمیایی به دو دسته کلردار و بدون کلر^۲ تقسیم می‌شوند که باید روی برچسب، دسته قرارگیری ماده شیمیایی داخل ظرف ذکر شود. این برچسب‌ها، باید در دسترس کارکنان و دانشجویان آزمایشگاه باشد.

۱. Hazardous chemical wastes

۲. Chlorinated and non chlorinated wastes

۱۰۰..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی

۲-۴-۶- ظروف و نگهداری

فردی که زباله تولید می کند، باید آن را درون ظرف مناسب نگه دارد. ظرف مناسب برای ریختن پسماند شیمیایی خطرناک، باید دارای درپوش محکم باشد. فویل های آلومینیومی و پارافیلیم ها برای بستن درب ظرف مناسب نیستند.

- هیچگاه اجازه وجود بیشتر از ۲۵ لیتر ماده اضافی در آزمایشگاه داده نشود.
- پسماندها، باید در کابینت مخصوص حلال ها و یا زیر هود نگهداری شوند.
- پسماندها، هیچگاه به همراه مواد شیمیایی تازه نگهداری نشوند.
- مواد اضافی کلردار جدای از ترکیبات بدون کلر نگهداری شوند. پسماندهای هالوژن دار، با وجود غیرقابل اشتعال بودن، سمیت بیشتری نسبت به پسماند های بدون هالوژن دارند.

OSUCCO Chair Waste Audit Club

HAZARDOUS WASTE FORM

HAZARDOUS WASTE DISPOSAL PROFILE
SCHOOL OF BIOTECHNOLOGY
DUBLIN CITY UNIVERSITY

Complete this form for each container of hazardous waste.
All constituents must be identified.
Securely stick the label to the container and hand a copy to the hazardous waste co-ordinator.

NAME _____ DATE _____

DEPT. _____ ROOM _____ PHONE _____

List all constituents in the containers

_____	%
_____	%
_____	%
_____	%
_____	%
_____	%
Total	%

pH (all waste must be @ pH 7)
Amount of waste in container (max 2litres) _____

WASTE CHARACTERISTICS (CIRCLE ALL THAT APPLY)

Flammable Corrosive Toxic Biological

Special Notes

شکل ۲-۶- نمونه ای از برگه های کنترل حذف مواد شیمیایی.

۳-۴-۶- حذف پسماندهای شیمیایی خطرناک

به دلیل هزینه بالای حذف پسماندهای آزمایشگاهی و ضرر آنها به محیط زیست، باید حتی المقدور مقدار آن را به حداقل رساند. برای به حداقل رساندن میزان پسماندها در آزمایشگاه به نکات زیر توجه شود:

الف- از انباشته کردن مواد پرهیز کنید. یکی از منابع مهم پسماند در آزمایشگاه، خرید اضافی مواد شیمیایی است.

ب- از پذیرش مواد شیمیایی که برنامه استفاده از آنها را ندارید خودداری کنید.

پ- حتی الامکان مواد شیمیایی بی خطر را جایگزین مواد شیمیایی خطرزا در انجام آزمایش‌های خود نمایید.

به هر حال، حتی با به حداقل رساندن پسماند، مفادیری از مواد زائد خطرناک در پایان واکنش باقی خواهد ماند. بدون توجه به دسته شیمیایی پسماند، راهنمای زیر برای حذف پسماندهای خطرناک پیشنهاد می‌شود. حذف و پاک-سازی چند ماده شیمیایی پرمصرف در آزمایشگاه‌ها در جدول ۶-۶ آورده شده است.

الف- تمام پسماندها را در ظروف مناسب ریخته و بطور کامل و خوانا برچسب‌گذاری کنید.

ب- پسماندها را تا هنگام حذف در ظروف مناسب نگهداری کنید.

پ- ظروف پر و نشت‌دار قابل قبول نیستند.

ت- فردی که طی یک آزمایش، پسماند شیمیایی تولید می‌کند، باید فرم مربوط به پسماندهای خطرناک را پر کرده و به ظرف نگهداری آن ماده بچسباند.

- ۱۰۲..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
- ث- عبارات اختصاری و فرمول شیمیایی روی برچسب نوشته نشود.
- ج- تمام مایعات باید به $\text{pH}=7$ رسانیده شوند.
- ح- برای هر ظرف باید فرم جداگانه پر شود.
- خ- ظروف نگهداری، علاوه بر برچسب مذکور، باید دارای علامت‌های هشداردهنده خطر نیز باشند.
- د- مواد دارویی مورد استفاده در آزمایشگاه و همچنین آنتی‌بیوتیک‌ها نیز از قواعد فوق مستثنا نیستند.

جدول ۶-۶- حذف و پاکسازی چند دسته از مواد شیمیایی.

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
استونیتریل	حلال	سمیت عصبی	پس از اضافه کردن یک حجم از سود یک مولار و در حال هم زدن، ۲ حجم محلول ۵/۲۵٪ هیپوکلریت سدیم اضافه کنید و برای حداقل ۳ ساعت هم بزنید
اسید سولفوریک	برای سنتز، خنثی کردن مواد قلیایی	خورنده، محرک شدید پوست، دستگاه تنفسی و اعصاب	مقادیر زیاد یک باز معدنی مانند کربنات سدیم
اسید نیتریک	-	سوزاننده، اکسید کننده	مقادیر زیاد یک باز معدنی مانند کربنات سدیم

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
اسید استیک	حلال، ساخت بافر	سوزاننده و تحریک کننده، ایجاد شوک در اثر کنده شدن پوست در تماس پوستی	مقادیر کافی یک باز معدنی مانند بیکربنات سدیم (در صورت آلودگی پوست، پس از خارج کردن لباس آلوده و شست و شوی ناحیه با آب فراوان، با پارچه‌ای آغشته به بیکربنات سدیم، محل قرمز شده را به مدت ۳۰ دقیقه تیمار کنید.)

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
اسید اکزالیک	پرداخت سطح فلزات در صنعت	سـوختگی دهان، مری و معده، هیپوکلسمی و انقباض عضلات ارادی	به بالن متصل به سرد کننده با خروجی گاز، ۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ و ۵ گرم اسید اکزالیک یا نمک- های آن اضافه کنید و بعد از ۳۰ دقیقه در ۸۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد حرارت، مخلوط را سرد کرده و با احتیاط در مقدار زیادی آب و یخ قرار داده، با کربنات سدیم خنثی کنید

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
الکل‌های سبک (متانول، اتانول، پروپانول‌ها، اتیلن گلیکول)	حلال	آتش‌زا، - تحریک مخاط و در سمیت وسیع، اختلالات عصبی	نیازی به پاکسازی و خنثی کردن نیست، توسط پدیده‌های زیست‌شناختی تخریب می‌شوند
تتراهیدروفوران	حلال	تحریک پوست، خواب- آور، تحریک معده	تخریب همراه پسماندهای آلی مایع بدون هالوژن
دی اتیل اتر	حلال	تحریک کننده مخاط، تضعف سیستم عصبی مرکزی	اکسیداسیون با پتاسیم پرمنگنات

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
فنول‌ها، کرزول‌ها و نفتول‌ها		محرک و حساسیت‌زا، تحریک پوستی، خورندگی و ضایعات موضعی در صورت تماس با چشم، صدمات بافتی مانند کبدی و کلیوی	به یک سیستم بالن - بورت - مبرد، ۷۵۰ گرم آب و ۴۷ گرم فنول اضافه کنید و تا حل شدن کامل آن، هم بزنید، سپس ۲۵/۵ گرم نمک سولفات آهن هفت آبه را به تدریج اضافه کنید. pH را با محلول اسید سولفوریک رقیق به حدود ۵ تا ۶ برسانید. هنگام همزدن، ۴۱۰ میلی لیتر آب اکسیژنه ۳۰٪ را با بورت قطره‌قطره در طی یک ساعت اضافه کنید. با دماسنج دما را در حدود ۵۰ تا ۶۰ درجه نگه دارید. پس از ۲ ساعت همزدن، محلول حاصل را برای یک روز در دمای اتاق به حال

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
آلدهیدها	سنتز	محرک و سرطانزا	- آلدهیدهای اشباع شده مانند فرمالدهید: اکسایش با پرمنگنات و تبدیل به اسید کربوکسیلیک - آلدهیدهای اشباع نشده مانند آکروئین: اکسایش با مقادیر زیاد پرمنگنات پتاسیم
کتون‌ها	حلال، سنتز	سمیت پایین، سینرژیسیم سمیت عصبی حلال‌های هیدروکربنی	- اکسایش با پرمنگنات پتاسیم و تبدیل به اسید کربوکسیلیک - متیل کتون‌ها مانند دی‌متیل کتون، با آب ژاول تخریب می‌شوند.
بازهای معدنی	سنتز، ساخت بافر	خورنده، سوزاننده	افزایش تدریجی اسیدهای معدنی رقیق

روش پاکسازی	اثرات سمی	مورد مصرف	نام ماده شیمیایی
<p>۲۰ سی سی محلول اسید فسفریک ۵٪ تهیه کنید و آن را به بشر ۲۵۰ میلی لیتری مگنتداری که دارای محلول حاوی ۵۰ گرم برومید اتیدیوم است، اضافه کنید. سپس ۱۲ سی سی محلول آبی نیتريت سدیم ۰/۵ مولار بیفزایید و چند دقیقه بهم بزنید. به مدت ۲۰ دقیقه محلول را به حال سکون رها کنید تا تضاعد گاز متوقف شود. بعد در حال هم‌زدن، یک گرم اوره (برای خنثی کردن نیتريت سدیم واکنش نداده) اضافه کنید و تا خنثی شدن محلول بیکربنات</p>	<p>جهش‌زای بالقوه</p>	<p>فلورسنت</p>	<p>برمید اتیدیوم</p>

روش پاکسازی	اثرات سمی	مورد مصرف	نام ماده شیمیایی
<p>- آمین‌های آلیفاتیک مانند اتیلن دی‌آمین و متیل هیدرازین: خنصی کردن با دقت و احتیاط توسط اسید سولفوریک ۵۰٪ با کنترل pH</p> <p>- آمین‌های حلقوی مانند پیریدین، آنیلین و آلکالوئیدها: ۹ گرم از باز را در ۱۰ سی سی محلول اسید کلریدریک ۰/۱ مولار اضافه کنید؛ سپس بتدریج ۵ میلی لیتر محلول پرمنگنات ۰/۲ مولار و ۵ میلی لیتر محلول اسید سولفوریک ۲ مولار اضافه کنید و ۱۰ ساعت به حال سکون رها کنید.</p>	<p>- آمین‌های آلیفاتیک: خورنده قوی آسیب پوستی، اختلال گوارشی</p> <p>- آمین‌های حلقوی: متهموگلوبینی - آلکالوئیدها: سمیت عصبی و آپنه</p>	<p>کاهنده، سنتز، ساخت بافر</p>	<p>بازهای آلی</p>

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
هالیدهای آلکیل، آلایل و بنزیل	حلال، سنتز	تحریک کننده قوی، حلال‌های کلردار دارای سمیت عصبی هستند	در یک سیستم بالن - مبرد - بورت، ۷۹ گرم پتاس ۱/۲ مولار و ۳۱۵ سی سی اتانول ۹۵٪ بریزید و هم بزنید تا حل شود (دما بالا می‌رود). در حال هم‌زدن، با بورت قطره قطره هالید مورد نظر را اضافه کنید. عمل افزایش باید هم‌زمان با عمل میعان صورت بگیرد. در پایان بورت با اتانول ۹۵٪ شسته شده و هم‌زدن مخلوط با میعان را تا دو ساعت ادامه دهید. رسوب هالید پتاسیم تولید می‌شود. پس از رساندن دمای بالن به حرارت اتاق و حل کردن مخلوط در مقدار زیادی

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
هیدرازین و مشتقات آن	کاهنده	بسیار خورنده، آتشگیر در هوا، خورنده پوست و چشم و ریه‌ها، سمیت عصبی	اکسایش با هیپوکلریت سدیم (آب ژاول)
هیدریدهای غیر فلزی	سنتز	- آرسین: همولیز، سیانوز، آسیب کبدی کلیوی - فسفید: ادم ریوی با تشنج	اکسایش در محلول آبی سولفات مس در محیط گاز نیتروژن خشک

نام ماده شیمیایی	مورد مصرف	اثرات سمی	روش پاکسازی
ایزوسیانات‌ها	سنتز	محرک چشم، پوست و مخاط	به یک سیستم بالن-مبرد-لوله گاز دهنده محلول ۲۰٪ سود و ۱۰٪ آمونیاک بسیار سرد اضافه کنید. به آرامی و با احتیاط، ایزوسیانات را به آن بیفزایید. کنترل دما و سرعت جریان نیتروژن ضروری است. پس از گذاشتن محلول به حال خود، برای یک شب، محلول انتهایی را در ظرف شویی خالی کنید.

(راهنمای ایمنی و حفاظت در کار با مواد شیمیایی، کاوش قلم،

۵-۶- حادثه در اثر ریختن مواد شیمیایی

۱-۵-۶- دستورالعمل استاندارد کلی

صرفنظر از نوع سمیت و خصوصیات ماده شیمیایی، باید اقدامات عمومی برای کمک به فرد مصدوم و تمیز کردن محل حادثه انجام شود که این امر، نیازمند وجود یک دستورالعمل کلی است. موارد زیر در این راستا پیشنهاد می‌شود.

۱-۱-۵-۶- حادثه در اثر ریختن مواد شیمیایی روی قسمتی از بدن افراد

- ناحیه مورد نظر با استفاده از دوش ایمنی و یا شیر آب، به مدت ۱۵ دقیقه شسته‌داده‌شود.

- لباس‌های آلوده خارج شوند؛ باید حتماً در آزمایشگاه، لباس‌های حفاظت فردی اضافی برای مواقع لزوم وجود داشته باشد.

- در صورت لزوم درخواست کمک شود. شماره اورژانس و افراد آشنا به کمک‌های اولیه باید بر روی میز کار منشی آزمایشگاه و یا پشت تلفن موجود باشد.

- برای هر حادثه، باید فرم گزارش حادثه تکمیل و به رئیس گروه تحویل داده‌شود.

۲-۱-۵-۶- حادثه در اثر ریختن مواد شیمیایی روی سطوح

- محل آلوده‌شده، با استفاده از گرانول‌های جذبی پاک می‌شود. برای این کار، استفاده از دستکش‌های مقاوم به مواد شیمیایی، روپوش، عینک، ماسک

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۱۱۵
تنفسی ضروری است. در صورت لزوم، وقوع حادثه به مسئول آزمایشگاه یا یکی
از کارکنان خبر داده شود.

- باقیمانده ماده شیمیایی پاک شده، در ظروف درب‌داری که قابلیت چفت-
شدن دارند، نگهداری شود. در صورتی که ماده شیمیایی با پلاستیک واکنش-
دهد، ظروف پلاستیکی برای این مناسب خواهند بود.
- روی ظرف، حتماً برچسب زده شود.

۲-۵-۶- دستورالعمل اختصاصی برای دسته‌های مختلف مواد شیمیایی

۱-۲-۵-۶- مایعات سمی و اشتعال‌پذیر

در صورت ریختن مایعات سمی و اشتعال‌پذیر، رعایت دستورالعمل‌های زیر
ضروری است:

الف- بدون به خطر انداختن خود، تمام منابع ایجاد آتش مانند ورودی گاز و
فیوز برق را قطع کنید.

ب- در صورت بروز آتش، تمام افراد حاضر در آزمایشگاه را خبر کنید و تمام
شعله‌ها را خاموش کنید. اگر آتش براحتی قابل خاموش کردن نیست، نزدیک-
ترین زنگ خطر را بصدا درآورید.

پ- در صورت عدم رؤیت شعله، ابتدا اطراف محل ریزش مایع و سپس روی
مایع را با ماده جاذب کاملاً بیوشانید. در صورت تولید بخار سمی توسط مایع،
ماسک مناسب را استفاده کنید.

ت- دستکشی مقاوم به ماده شیمیایی در دست کنید، با استفاده از یک
وسيله‌ی پلاستیکی، مواد جذب شده را بردارید و در داخل کیسه‌ی پلاستیکی
قرار داده درب آن را ببندید و درون ظرفی برچسب‌دار بگذارید.

۲-۲-۵-۶- مایعات خورنده

- در صورت ریختن مایعات خورنده، رعایت دستورالعمل‌های زیر ضروری است:
- الف- تمام افراد حاضر در آزمایشگاه را باخبر کنید و اگر بخار در حال متصاعد شدن باشد آزمایشگاه را تخلیه نمایید.
- ب- از تلاش برای پاک کردن مایع از طریق مالش دادن شدیداً پرهیز کنید مگر آن که مایع مذکور رقیق شده باشد.
- پ- استفاده از دستکش، عینک ایمنی و کفش مناسب هنگام خنثی کردن ریزش وسیعی از مایعات خورنده الزامی است.
- ت- ماده خنثی کننده یا جاذب مورد نیاز را ابتدا در اطراف محل ریزش بریزید و سپس با دقت، آب و مقدار بیشتری از ماده جاذب یا خنثی کننده را به محل ریزش اضافه نمایید و جهت کمک به واکنش خنثی سازی آن را بآرامی هم بزنید.
- ث- از کاغذ تورنسل برای اطمینان از خنثی شدن سطوح استفاده کنید.
- ج- اگر از وسایل جاذب مانند بالشک‌های کنترل ریزش استفاده می‌کنید، مایعات جذب شده را جمع کنید، آن را در کیسه پلاستیکی قرار دهید، درب آن را محکم ببندید و در جعبه برچسب‌دار نگهداری کنید.

۲-۲-۵-۶- مواد جامد خورنده

- مقادیر کم ریزش مواد جامد می‌تواند به راحتی توسط جارو تمیز شود. برای پاک کردن محدوده‌های وسیع‌تر بهتر است از دستگاه خلاء با فیلتر HEPA

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۱۱۷

استفاده شود. برای تمیز کردن ریزش‌های حاوی غبار ریز، ضروری است از دستکش، روپوش آزمایشگاهی، عینک ایمنی و ماسک‌های تصفیه کننده هوا با فیلتر غبار^۱ استفاده شود.

۴-۲-۵-۶- مواد جامد سمی

از بهم زدن مواد جامد سمی مانند آزبست، به علت ایجاد ذرات غبار، اکیداً پرهیز نمایید. این قبیل مواد را بطور کامل مرطوب کرده سپس در کیسه پلاستیکی قرار دهید و برچسب مناسبی را روی آن نصب نمایید. در صورت عدم امکان خشک کردن رطوبت، از یک دستگاه خلاء مجهز شده به فیلتر HEPA استفاده کنید.

۵-۲-۵-۶- گازها

هنگام آزاد شدن گازهای خورنده مانند کلر و یا گازهایی که براحتی از راه پوست جذب می‌شوند مانند سیانید هیدروژن، پوشیدن لباس کاملاً نفوذناپذیر به مواد شیمیایی و همچنین استفاده از ماسک‌های تنفسی مناسب ضروری است. هیچ راه عملی برای جذب و یا خنثی کردن گاز آزاد شده وجود ندارد و فقط باید بطور تکنیکی جلوی نشت گاز از دستگاه را گرفت.

۶-۲-۵-۶- جیوه

اگر مقدار کمی از جیوه- مانند آنچه در هنگام شکستن یک دماسنج اتفاق می‌افتد- بریزد، از یک حباب هواکش^۲ و یا اسفنج جیوه^۳ برای برداشتن قطرات

۱. Air- purifying respirator

۲. Aspirator bulb

۳. Mercury sponge

۱۱۸..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
آن استفاده کنید. جیوه جمع‌آوری شده را در یک ظرف بریزید و با آب روی آن
را بپوشانید. درب ظرف را بسته برچسب مناسبی روی ظرف نصب کنید. برای
پاک کردن ذرات بسیار ریز باقیمانده که ممکن است وارد ترک‌ها و نواحی
دشوار از نظر پاک‌سازی^۱ شوند، پودر گوگرد و یا محصولات تجاری در دسترس
دیگر را برای آلودگی‌زدایی جیوه روی سطح بپاشید. مواد را برای چند ساعت
به حال خود رها کرده سپس سطح مورد نظر را داخل یک کیسه پلاستیکی
ریخته سر آن را گره بزنید و داخل ظرف مناسب با برچسب مشخص قرار دهید.

۶-۶-۶- برخی مواد شیمیایی پر مصرف

۶-۶-۶-۱- حلال‌ها

۶-۶-۶-۱-۱- موارد استفاده

موارد مصرف حلال‌ها متنوع است، که از مهمترین آن‌ها می‌توان به حل کردن
ترکیبات، استخراج مواد، خالص‌سازی (کریستالیزاسیون و کروماتوگرافی) و به
صورت مواد اولیه یا تحت عنوان واکنشگرها مانند بنزن، ۱،۲-دی‌کلرواتیلن و
تتراکلرید کربن در واکنش‌های شیمیایی اشاره کرد.

۶-۶-۶-۱-۲- احتیاط‌های لازم برای ایمنی کار

۱. Hard- to- clean

الف- همیشه از عینک ایمنی استفاده کنید. مواد کلردار مانند کلروفرم و کلرید متیلن برای چشم‌ها خطرناکند. هنگام کار با حلال‌ها نباید از لنزهای تماسی چشمی استفاده کرد.

ب- حلال را به دقت انتخاب کنید. حلال‌های سرطان‌زا (بنزن) و آلرژیزا (فرمامید) را در صورت امکان حذف کنید.

پ- پیپت را هرگز با دهان نکشید. برخی مواد خورنده مانند پیریدین و اسیدهای کربوکسیلیک و برخی مواد دیگر از قبیل متانول، دی‌سولفید کربن و مشتقات هالوژن‌دار، اثر تجمعی و خطرناکی دارند. کشیدن این مواد با پیپت از طریق دهان، بسیار خطرناک است.

ت- از تماس حلال‌های شیمیایی با پوست جلوگیری کنید؛ زیرا بیشتر آن‌ها، حلال چربی‌ها هستند و می‌توانند موجب ناراحتی‌های پوستی شوند. برخی از آن‌ها مانند پیریدین، آلرژیزا هستند و بعضی مانند دی‌متیل فرمامید، از مقاومت پوست در برابر سموم می‌کاهند.

ث- در صورت امکان، زیر هود قوی و مناسب کار کنید.

ج- درپوش شیشه‌های حاوی حلال را فوراً بگذارید و آن را محکم کنید.

چ- از کار کردن با آن‌ها در کنار شعله و یا در محل‌های داغ خودداری کنید.

ح- از نگهداری مقادیر زیاد حلال‌های خطرناکی نظیر کلروفرم، اترها و یا حلال‌های آتشگیر خودداری کنید. از ظرف‌های مقاوم به ضربه که کمتر از ۵ لیتر گنجایش دارند، برای ذخیره حلال‌ها استفاده نمایید. همچنین هرگز در ظروف شکننده، بیش از یک لیتر حلال ذخیره ننمایید.

خ- حلال‌های زیر نباید در ظرف‌شویی آزمایشگاه خالی شوند: آتشگیرهای شدید (آلکان‌ها، اترها، استرها، کتون‌ها)؛ سمی (بنزن، نیتریل‌ها، مواد

۱۲۰.....فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
هالوژن دار؛ تجزیه نشدنی توسط باکتری ها (مواد هالوژن دار)؛ غیرمحلول (مواد
محلول)؛ تهوع آور (ترکیبات گوگردی).

د- پسماند حلال های هالوژن دار و دیگر حلال ها را بطور جداگانه جمع آوری کنید.

۳-۱-۶-۶- عمده ترین خطر حلال ها

بیشترین خطرات قابل پیش بینی حلال ها مربوط به سه خاصیت آتش گیری ،
ناپایداری و سمیت آن هاست. در میان حلال های مصرفی، فقط دی سولفید
کربن یک ماده کاملاً ناپایدار محسوب می شود. نقطه افروزش خودبخودی این
ماده پایین (کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد) است. در هوای گرم و حتی در اثر
برخورد با یک جسم گرم، به خودی خود مشتعل می شود. همچنین پس از
مخلوط شدن با هوا، می تواند منفجر شود!

برخی از حلال ها (به ویژه اترها)، می توانند با اکسیژن هوا واکنش دهند و به
پراکسید ناپایدار تبدیل شوند. سپس در حین تقطیر و یا در اواخر مرحله
تبخیر، با کم شدن حجم حلال، به شدت منفجر شوند.

۴-۱-۶-۶- عمده ترین حلال های خطرناک

الف- هیدروکربن ها

در میان هیدروکربن های اشباع شده (آلکان ها)، تنها هگزان در صورت تماس
به مدت طولانی، موجب ایجاد صدمه به اعصاب محیطی می شود که التهاب
سیستم عصبی را بدنبال دارد و شدت آن به مدت زمان تماس با حلال وابسته
است. پنتان، هپتان و سیکلو هگزان چنین خاصیتی ندارند و می توانند جانشین
هگزان شوند. ایزواکتان و دکالین، در رت های نر، مسمومیت عصبی ایجاد می -
کنند.

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۱۲۱

بنزن، ماده سرطان‌زای انسانی، از گذشته‌های دور یکی از خطرناکترین حلال‌ها برای سلامتی شناخته شده‌است. مغز استخوان، یعنی محل ساخت بیشتر سلول‌های خونی، هدف انتخابی و محل تجمع بنزن است. پس از تجمع بنزن در این ناحیه، به علت عدم تشکیل گلبول‌های قرمز، کم‌خونی آپلاستیک و یا لوسمی بروز می‌کند.

تولوئن و زایلن‌های خالص، خاصیت سمی برای مغز استخوان ندارند ولی سموم عصبی قوی‌تری نسبت به بنزن هستند. بنابراین، هیدروکربن‌های آروماتیک قادرند آسیب‌های برگشت‌ناپذیری در سیستم عصبی مرکزی ایجاد کنند که با آسیب‌های روانی- جسمی، از قبیل بی‌خوابی و اختلالات رفتاری همراه است.

ب- حلال‌های هالوژن‌دار

حلال‌های هالوژن‌دار، دارای قدرت مسمومیت‌زایی زیاد بر سیستم عصبی و در مواردی روی قلب هستند. در میان آن‌ها، تتراکلرید کربن، ۱،۱،۱،۲- تتراکلرو اتان، کلروفرم و ۱،۲- دی‌کلرو اتان برای کبد سمیت بالایی دارند و نیز اغلب برای کلیه‌ها نیز خطرناکند.

این حلال‌ها، همانند کلرید متیلن، موجب سرطان بافت‌های کبدی در رت و موش می‌شوند. ۱،۱،۱- تری‌کلرو اتان را می‌توان به جای این حلال‌ها بکار برد. مشتقات کلرواتیلن (تری‌کلرید اتیلن و تتراکلرید اتیلن)، مواد سمی و بسیار خطرناکی برای سیستم عصبی و قلب محسوب می‌شوند.

پ- الکل‌ها، اترها و آلدئیدها

۱۲۲..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
متانول، زیان‌بخش‌ترین الکل‌هاست. این ترکیب، یک سم متمرکز شونده است
و بطور انتخابی روی اعصاب چشم اثر می‌کند و موجب کاهش بینایی و حتی
کوری می‌شود.

در میان اترها، دیوکسان موجب سرطان کبد و کلیه می‌شود و در حیوانات
آزمایشگاهی، عامل سرطان‌زای مجاری بینی و کبد شناخته شده‌است. اترهای
گلیکول و اترهای استات آن‌ها که حلال‌های پرمصرف هستند، درجه سمیت
متفاوتی، متناسب با طول زنجیره خود دارند. مونومتیل‌اترهای حاصل از اتیلن-
گلیکول (مانند متوکسی اتانول) و مونواتیل‌اترهای حاصل از اتیلن‌گلیکول
(مانند اتوکسی اتانول)، ایجاد سمیت در مغز استخوان و اعضاء لنفوئیدی (آئمی
همولیتیک)، سیستم اعصاب مرکزی (آنسفالیت) و عامل ایجاد آسیب به
دستگاه تناسلی مردانه (کاهش قدرت بیضه‌ها و یا فقدان اسپرم در منی)
هستند.

بسیاری از حلال‌های ازت‌دار (نیتروآلکان‌ها، نیتروبنزن، آنیلین)، سموم خون
هستند و سبب متهموگلوبینمی^۱ و همولیز^۲ خون می‌شوند.
دی‌متیل فرمامید^۳، سمی است که به کبد آسیب می‌رساند.
هگزامتیل فسفوتری‌آمید^۴، موسوم به هگزامتاپول که یک حلال دوقطبی عالی
است، حتی با غلظت کم (۵۰ ذره در میلیارد^۵ در طی ۲ سال)، در رت
سرطان‌زاست و پس از تنفس، موجب سرطان مجاری بینی شده‌است.

۲-۶-۶- کاهنده‌ها

-
۱. Methemoglobinemia
 ۲. Hemolysis
 ۳. Dimethyl formamide (DMF)
 ۴. Hexamethyl phospho triamide (HMPT)
 ۵. Particle per billion (ppb)

۱-۲-۶-۶- هیدرازین

هیدرازین^۱ یک کاهنده قوی و خطرناک است. به آسانی در اثر حرارت تجزیه می‌شود و دمای اشتعال آن در هوا ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بسیاری از مواد متخلخل مانند آمینات یا پودرهای فلزی، تجزیه آن را تشدید کرده و موجب انفجار می‌شوند. بخار هیدرازین، ممکن است در هوا بطور خود به خود و ناگهانی مشتعل شود.

چون هیدرازین در محدوده وسیعی از غلظت، در هوا قابلیت اشتعال دارد، برای خشک و بی‌آب کردن آن باید هیدرازین هیدرات را در حضور پتاس عاری از اکسید کلسیم و یا اکسید باریم و نیز در فضای نیتروژن یا آرگون، تقطیر کرد. تقطیر آن با یک مخلوط آزئوتروپ مانند آنیلین، خطر کمتری دارد. هیدرازین بر بسیاری از اکسندها مانند نمک‌های کروم، پتاسیم، پرمنگنات، آب اکسیژنه و اسیدنیتریک به شدت اثر می‌نماید. همچنین بر بسیاری از فلزات، مانند آهن، پلاتین، جیوه و اکسیدهای آن‌ها اثر دارد.

۲-۲-۶-۶- هیدرید لیتیم آلومینیوم

این ترکیب، در واقع مخلوطی از دو کاهنده قوی (دو هیدرید آلومینیوم و لیتیم) است که به حالت جامد، در هوا به ویژه در هوای مرطوب، خود به خود مشتعل می‌شود.

افزودن این ترکیب به صورت پودر به یک بالن تقطیر حاوی یک اتر (اتر معمولی، ۱، ۲-دی‌متوکسی اتان، تری هیدرو فولات و دیوکسان) می‌تواند موجب اشتعال خودبه‌خودی شود. برای خاموش کردن آن می‌توان از پودر

۱. Hydrazine

۱۲۴..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
کمک گرفت. آب نه تنها آن را خاموش نمی‌کند، بلکه شعله‌ورتر می‌سازد. از
گاز کربنیک نیز نباید برای خاموش کردن آن استفاده نمود. کاهش بسیاری از
مواد آلی از قبیل پروکسید بنزوئیل و بنزالدهید، با هیدرید لیتیم آلومینیوم،
می‌تواند به واکنش‌های انفجاری منجر شود. پس از هر آزمایش و تجربه،
باقیمانده این کاهنده را می‌توان با افزودن محتاطانه مقدار زیادی اتیل استات
تجزیه و تخریب نمود. از انبار کردن هیدرید لیتیم آلومینیوم در آزمایشگاه باید
اجتناب کرد. می‌توان مقدار کم از آن را در داخل دسیکاتور و دور از هوا و
رطوبت نگهداری نمود.

۳-۶-۶- مواد حساس به آب

۱-۳-۶-۶- فلزات قلیایی

سزیم، روبیدیم و پتاسیم با آب بشدت واکنش داده و هیدروژن آزاد می‌کنند
که بسرعت شعله‌ور می‌شوند. سدیم با شدت کمتری بر آب اثر می‌کند و
هیدروژن حاصل خودبه‌خود شعله‌ور نمی‌شود.

۲-۳-۶-۶- کلسیم

از فلزات قلیایی خاکی‌ست و بر آب بشدت تأثیر می‌گذارد.

۳-۳-۶-۶- هیدریدهای قلیایی و قلیایی خاکی

هیدریدهای عناصر لیتیم، سدیم، پتاسیم و کلسیم با آب بشدت واکنش می‌-
دهند و هیدروژن آزاد شده می‌تواند سریعاً مشتعل شود.

۴-۳-۶- استیلید کلسیم

معروف به کلسیم دی کاربید، به آسانی با آب واکنش داده و استیلین آزاد می- کند که با فشرده شدن می تواند شعله ور شود.

۵-۳-۶- آمیدهای قلیایی

آب بر آمیدهای پتاسیم و سدیم اثر می نماید. نمونه های کهنه و انبار شده این ترکیبات، تغییر رنگ داده و زرد می شوند و بر آب اثر فوری ندارند ولی پس از مدتی واکنش شدیدی صورت می گیرد.

۶-۳-۶- ترکیبات آلی فلزی

برخی مواد آلی فلزی که شامل فلزات قلیایی یا قلیایی خاکی هستند (مانند لیتیم متیل، لیتیم بوتیل، ترکیبات آلی منیزیم و نیز ترکیبات آلی آلومینیم، روی، کادمیم)، بر آب بشدت تأثیر می گذارند. پس از پایان هر آزمایش، برای تخریب باقیمانده این مواد، می توان از آب استفاده کرد. برای این کار، آن ها را با احتیاط و بتدریج در آب و یخ وارد می کنند.

۷-۳-۶- هالیدها و انیدرید اسیدهای آلی

کلرید، برمید و انیدرید اسیدهای آلی نیز با آب شدیداً واکنش داده و اسید کربوکسیلیک آزاد می کنند.

۱۲۶..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
پس از آشنایی با این سری از مواد شیمیایی، احتیاط‌های ضروری زیر برای
کار با مواد حساس به آب در آزمایشگاه پیشنهاد می‌شود:

الف- زیر هود و در پناه یک حفاظ مناسب و دور از مواد آتشگیر کار کنید.

ب- از عینک ایمنی با حفاظ کناری استفاده نمایید.

پ- فلزات قلیایی را با گیره بگیرید. نمونه‌برداری و تقسیم پتاسیم باید در
داخل روغن معدنی مانند وازلین و یا زایلن بی‌آب و در یک ظرف خشک
صورت گیرد. زیرا در اثر تماس پتاسیم با هوا، پراکسید پتاسیم تشکیل شده
که هنگام پاک کردن سطح پتاسیم با یک چاقو و یا اسپاتول منفجر شود.

ت- همیشه با مقادیر کم این مواد کار کنید.

ث- روی این مواد آب نریزید بلکه آن‌ها را به آرامی و بتدریج وارد آب کنید.

ج- برای رقیق کردن اسیدهای معدنی غلیظ مانند اسیدسولفوریک، اولئوم،
اسید نیتریک، اسید هیدروکلریک و اسید هیدروبرمیک، آن‌ها را به تدریج در
آب سرد حل کنید.

چ- باقیمانده فلزات قلیایی و مشتقات فعال آن‌ها را می‌توان با یک الکل مایع
سنگین مانند آن- بوتانول تخریب کرد. این عمل باید در یک ظرف مخصوص
مانند کریستالیزور انجام شود تا از نفوذ آب جلوگیری به عمل آید.

ح- مواد حساس به آب را همیشه در گنجه مخصوص نگهداری کنید.

خ- مواد خیلی فعال مانند هیدریدها، آمیدها و لیتیم آلومینیم هیدرید را به
مقدار کم و در خشک‌کن نگهداری نمایید.

۴-۶-۶- دی‌متیل سولفو کسید

ایمینی در تحقیقات علوم دارویی ۱۲۷

دی‌متیل سولفوکسید^۱، یک حلال آپروتیک قطبی است. بدون حضور یک رقیق‌کننده، افزودن دی‌متیل سولفوکسید به آسیل‌هالایدها و انیدریدها خطرناک است زیرا به شدت بر آن‌ها اثر می‌نماید. ترکیبات زیر از جمله این مواد هستند:

کلرید اتیل، تری‌فلوئورو اسید استیک، کلرید بنزن سولفونیک، پرکلرات فسفر و تری‌کلرید فسفر، دی‌کلرید گوگرد و دی‌کلرید دی‌گوگرد و دی‌کلرو سولفودی اکسید و دی‌کلرو سولفوکسید.

۵-۶-۶- برومید اتیدیم

برومید اتیدیوم^۲ ترکیب شیمیایی است که بطور گسترده‌ای برای مشاهده و ردیابی اسیدهای نوکلئیک در ژل الکتروفورز استفاده می‌شود. این ماده، جهش‌زای قوی و بسیار سمی محسوب می‌شود.

۱-۵-۶-۶- نگهداری

جهت نگهداری آن به اتاقی جداگانه احتیاج داریم.

۲-۵-۶-۶- روش حذف پسماند

دو روش رایج برای دورانداختن پسماند برومید اتیدیوم مصرف شده وجود دارد. روش نخست برای محلول‌های رقیق آبی حاوی این ماده که بعنوان بافر رنگ‌آمیزی ژل الکتروفورز بکار می‌روند، استفاده می‌شوند. این روش، با

۱. Dimethyl sulfoxide (DMSO)

۲. Ethidium bromide

۱۲۸..... فصل ششم: کلیات ایمنی در کار با مواد شیمیایی
مکانسیم بدام افتادن ماده شیمیایی اضافی بر فیلتر، حجم ماده اضافی را کاهش می‌دهد. سپس می‌توان فیلتر را در سینک آزمایشگاه شستشوداد. پس از پایان کار، درپوش فیلتر گذاشته می‌شود و برای دفعات آینده نگهداری می‌گردد. طی روش دوم، برومید اتیدیوم با واکنش شیمیایی غیرفعال می‌شود و مایع انتهایی، با استفاده از آب فراوان، رقیق و در سینک آزمایشگاه دور ریخته می‌شود.

ضایعات برومید اتیدیوم جامد (بطور مثال روی ژل‌ها و دستکش‌ها)، باید در سطل زباله‌ای که برای مواد سمی در نظر گرفته شده، قرار داده شود و توسط افراد مجرب حذف گردد.

۶-۶-۶- مایعات سرمازا

مواد شیمیایی که دماهای بسیار پایین (در حدود ۶۰- تا ۲۷۰- سانتی‌گراد) ایجاد می‌کنند، سرمازا^۱ هستند. در اثر این عمل، خطر صدمه به بافت‌های زنده و موادی که ساختار ناپایدار دارند، بالامی‌رود. به همین علت، فقط افرادی که کاملاً آموزش دیده‌اند اجازه استفاده از این مواد و لوازم مخصوص آن‌ها را دارند.

۱-۶-۶-۶- خطرات فیزیکی

الف- سوختگی‌های شدید پوستی در اثر تماس مستقیم با مواد سرمازا یا لوازم مخصوص برای کار با آن‌ها.

ب- صدمه جبران‌ناپذیر به چشم‌ها در اثر تماس مایعات سرمازا.

۱. Cryogenic

پ- تخریب و یا ترک برداشتن رگ‌ها در اثر ایجاد فشار بالا به دلیل گرم شدن مایعات سرمازا تا دماهای بالاتر از نقطه بحرانی.

ت- کاهش اکسیژن بدن به دلیل نسبت بالای تبخیر.

۲-۶-۶-۶- نگهداری

مهمترین نیاز در نگه‌داشتن صحیح این مواد، فراهم‌نمودن سیستم تهویه عالی است. با توجه به توانایی بالقوه این مواد در ایجاد بیهوشی ناشی از کمبود اکسیژن یا افزایش کربن دی‌اکسید، نیتروژن مایع و کربن دی‌اکسید جامد نباید در محیط سرد نگهداری شوند.

۳-۶-۶-۶- دسته‌بندی

الف- نیتروژن مایع

فقط در ظروف دوار (ظرف شیشه‌ای یا فلزی دارای خلأ و بدون فشار برای نگهداری گازهای فشرده‌شده) نگهداری شود. این ظرف، دارای حجم و نوع مختلف است که بسته به نیاز آزمایشگاه باید تهیه شود.

ب- دی‌اکسید کربن جامد

قرص‌های یخ خشک باید در ظروف کاملاً سربسته نگهداری شوند. در ظرف-های غیرقابل نفوذ به هوا نگهداری نشود؛ چون احتمال ذوب شدن و انفجار افزایش می‌یابد. به علت جایگزینی با هوا و ایجاد اختلال در تنفس، از نگهداری یخ خشک در محیط‌های سرد و در حال ساخت خودداری شود. یخ خشک از هوا سنگین‌تر است. به همین علت، برای اطمینان از تجمع نیافتن گاز دی-اکسید کربن، درب و پنجره‌های آزمایشگاه باید باز بمانند.

۴-۶-۶-۶- حمل و نقل

به دلیل افتادن و احتمال آزاد شدن سریع گاز، سیلندرهای تحت فشار نیتروژن مایع، باید توسط یک شخص توانمند سوار و پیاده شوند. سیلندرهای ۲۵ لیتری بدون فشار، می‌توانند توسط گاری حمل شوند.

الف- حمل و نقل نیتروژن مایع

- در صورت مطمئن نبودن، هیچ‌گاه نیتروژن مایع را از داخل لوله‌ها برندارید. برای این کار از افراد آموزش دیده کمک بخواهید.

- نیتروژن مایع را تنها در ظروف پیش‌بینی شده مانند دوار^۱ یا فلاسک بریزید.

- از استفاده از دیگر ظروف غیراستاندارد مانند ظروف پلاستیکی یا پلی-استیرنی خودداری کنید.

- نیتروژن مایع بسیار سرد است. در صورت تماس با قسمت‌های فوق سرد، احتمال یخ‌زدگی انگشتان بالا می‌رود.

ب- حمل و نقل دی‌اکسید کربن جامد

- به دلیل سرمای بیش از حد این ماده، هنگام کار، از دستکش، عینک و روپوش محافظ استفاده کنید.

- حداقل وسیله لازم هنگام استفاده از نیتروژن مایع، ماسک کامل صورت است.

۱. Dowar

۵-۶-۶-۶- احتیاط‌های لازم برای ایمنی کار

الف- دستکش باید غیرجذبی و کاملاً بسته باشد. به دلیل احتمال بدام افتادن بخار مایعات تحت فشار، مانند نیتروژن مایع و افزایش شدت سوختگی، دستکش‌ها نباید ساق‌دار باشند. در صورت نگه‌داشتن قسمت‌های فوق سرد، حتماً از دستکش‌های مخصوص استفاده‌گردد.

ب- به منظور کاهش تماس پوستی، استفاده از روپوش آزمایشگاهی ضروری- است. آستین روپوش، باید به صورت گتری باشد و روی ساعد و ساق دستکش را بپوشاند.

پ- شلوار و کفش فردی که با مایعات سرمازا کار می‌کند، باید کاملاً بسته باشد تا در صورت ریختن احتمالی، میزان صدمه به حداقل ممکن برسد.

منابع فصل ششم

- Princeton University's Website, CA, USA.
(<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>,
accessed June ۱, ۲۰۱۱).
- *Laboratory Safety Manual*. McGill University website;
Canada.
(<http://www.mcgill.ca/safety>, accessed June ۱, ۲۰۱۱).
- *Laboratory Safety Handbook*. Environmental Services;
New York University; NY; USA; ۲۰۰۶.
(<http://www.nyu.edu/ehs/programs/lab.safety.html>,
accessed June ۱, ۲۰۱۱).
- *Laboratory Safety Handbook*. Dana-Farber Cancer
Institute; ۲۰۰۴.
(<http://www.research4.dfc.harvard.edu/ehs/.../Lab/20Orient/20Hdbk/202004.pdf>, accessed June ۱, ۲۰۱۱).
- *Laboratory Safety Handbook*. Environmental Health
and Safety Office, Dalhousie University; ۲۰۰۱.
(http://www.environmentalhealthandsafetyoffice.dal.ca/radiatio_۱۵۳۷.html, accessed June ۱, ۲۰۱۱).
- Furr AK. *CRC Handbook of Laboratory Safety*. ۵th
edition., New York : CRC press LLC, USA; ۲۰۰۰.
- *Laboratory Safety Manual*.. Oklahoma: OSU
Environmental Health and Safety Department, Oklahoma
State University, USA; ۱۹۹۹
(http://www.ehs.okstate.edu/HAZMAT/lab_man.pdf,
accessed June ۱, ۲۰۱۱).

- ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۱۳۳
- تجریشی بهناز، علیزاده عظیمی افسر. *راهنمای ایمنی و حفاظت در کار با مواد شیمیایی*. تهران: کاوش قلم؛ ۱۳۸۶.
- پیکو آندره، گرونویه فیلیپ. *ایمنی در آزمایشگاه‌های شیمی و زیست-شیمی*. ترجمه اسکندر علی پور و مرجان علی پور. تهران: مرکز نشر دانشگاهی تهران؛ ۱۳۸۵.
- قلی‌زاده مصطفی، مهدوی بهنام. *ایمنی در آزمایشگاه‌های شیمی*. سبزوار: انتشارات دانشگاه تربیت معلم ۱۳۸۳.