

بخش اول:

**آشنایی با اصول ایمنی
در آزمایشگاه**

هدف کلی

آشنایی فراگیرنده با اصول کلی ایمنی در فعالیتهای تحقیقاتی

اهداف اختصاصی

انتظار می‌رود فراگیرنده بعد از مطالعه این متن قادر باشد:

- ۱- تعریفی برای ایمنی و لزوم رعایت آن در آزمایشگاه بیان کند.
- ۲- اهداف استانداردهای ایمنی را تشخیص و درباره نحوه سیاست‌گذاری‌ها بحث کند.
- ۳- در نقش سرپرست آزمایشگاه، دستورالعملی کلی برای ایمنی آزمایشگاه تحت نظر خود ارائه دهد.
- ۴- ایمنی عمومی در آزمایشگاه را تعریف و اهم اصول آن را تبیین نماید.

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۱۱

بطور کلی ایمنی^۱ به معنای دور بودن از خطر است. واژه "اتفاق خطرناک"^۲ که در تعریف ایمنی به آن برمی‌خوریم، در واقع شرایطی است که دارای پتانسیل آسیب‌رساندن به کارکنان، تجهیزات و ساختمان‌ها، از بین بردن مواد و یا کاهش کارایی در اجرای یک وظیفه از پیش تعیین شده می‌باشد. هنگامی که یک اتفاق خطرناک وجود دارد امکان وقوع اثرات منفی یادشده نیز وجود خواهد داشت. "خطر"^۳ گویای قرار گرفتن در معرض یک اتفاق خطرناک است. به این ترتیب ایمنی، متضاد خطر تلقی می‌شود و متضمن حذف خطرات بالقوه موجود در محیط کار خواهد بود. ایمنی بطور صددرصد و مطلق وجود ندارد و عملاً نیز هیچگاه حاصل نخواهد شد؛ از این رو گفته می‌شود که ایمنی، حفاظت نسبی در برابر خطرات است. یک مکان، یک کار معین و یا یک دستگاه، هنگامی ایمن انگاشته می‌شود که احتمال خطر مرگ، مجروح شدن و یا ابتلاء به بیماری برای کسانی که در آن مکان حضور دارند و یا با آن دستگاه کار می‌کنند، وجود نداشته باشد و یا این که در حد قابل قبولی کم باشد. به طور کلی، می‌توان چنین گفت که میزان خطر قابل قبول با پایین آمدن سطح ایمنی، افزایش یافته و با افزایش سطح ایمنی کاهش می‌یابد. استانداردهای ایمنی، برای کاهش سطح خطرات ذاتی ناشی از مواد، فعالیت‌ها و آزمایش‌های خطرآفرین در آزمایشگاه‌ها طراحی می‌شوند. تمام آزمایشگاه‌ها می‌توانند بطور ذاتی محل‌هایی خطرناک محسوب شوند و روش کار و عملکردهای افرادی که در این آزمایشگاه‌ها مشغول بکارند، می‌تواند نمایانگر ایمنی شخص، همکاران و حتی آن جامعه باشد.

۱. Safety

۲. Hazard

۳. Danger

۱۲..... بخش اول: آشنایی با اصول ایمنی در آزمایشگاه
استانداردهای مختلفی باید برای خطرات متنوع موجود برقرار شوند. بدیهی-
است درجه‌های پرخطر، نیازمند استانداردهای ایمنی سخت‌گیرانه‌تری نسبت
به درجه‌های کم‌خطر هستند. به هر حال، این استانداردها جهت به حداقل-
رساندن هرگونه احتمال خطر در آزمایشگاه بنانهاده می‌شوند. البته باید توجه
داشت که حضور کارکنان، دانشجویان و محققان آشنا با حداقل اصول ایمنی
مورد نیاز برای کار در آزمایشگاه، نقشی غیرقابل انکار در پیشبرد استانداردهای
ایمنی و در نتیجه، انجام آزمایشی با کمترین احتمال خطر خواهد داشت.
اجرای یک سیاست‌گذاری مناسب و صحیح بهداشتی و ایمنی می‌تواند شرایط
کار در آزمایشگاه را بهبود بخشد. این نوع سیاست‌گذاری در زمینه ایمنی و
سلامت کار باید تمام آزمایشگاه‌ها را پوشش دهد تا همگان به یک نسبت از
ایمنی در حین انجام کار بهره‌گیرند.
سرپرست آزمایشگاه، باید قوانین ایمنی و بهداشت کار را پیاده‌کرده و
کارکنان را وادار به اجرای آن‌ها نماید. در واقع زمانی تدابیر بهداشتی و ایمنی
نتیجه‌بخش خواهد بود که تمامی افراد آزمایشگاه، به دقت و بطور کامل آن‌ها
را رعایت و اجرا نمایند و مسئولان و مدیران در اجرای صحیح آن‌ها متعهد
باشند. هر دانشجو، محقق و فردی که با آزمایشگاه در ارتباط است، صرف‌نظر
از نوع فعالیت‌های آن آزمایشگاه، باید از یک سری اطلاعات و تکنیک‌های اولیه
آگاهی داشته باشد که از آن به عنوان ایمنی عمومی^۱ یاد می‌شود.

۱. General safety

فصل اول:

**آشنایی با اصول ایمنی
در آزمایشگاه**

هدف کلی

آشنایی با شرایط کار و انواع تجهیزات محافظت فردی در هر آزمایشگاه و لزوم استفاده از آنها

اهداف اختصاصی

انتظار می‌رود پس از مطالعه این متن فراگیرنده بتواند:

- ۱- مواردی از نکات ضروری که هر فرد باید قبل از ورود به آزمایشگاه، هنگام انجام فعالیت تحقیقاتی و پس از پایان آن بداند را تشریح کند.
- ۲- شرایط لازم جهت انجام آزمایش بصورت تنها در آزمایشگاه ارائه دهد.
- ۳- تعریفی از تجهیزات محافظت فردی و لزوم استفاده از آنها در فعالیت-های آزمایشگاهی را ارائه دهد.
- ۴- انواع تجهیزات محافظت فردی ضروری برای انجام آزمایش را نام برده دستورالعملی برای استفاده از هر کدام از آنها طراحی کند.

مقدمه

آزمایشگاه مکانی است که بطور بالقوه فرد را در معرض خطرات گوناگونی قرار می‌دهد که ممکن است در اثر بی‌توجهی، ناآگاهی و یا عملکرد ضعیف امدادی، خسارات جبران‌ناپذیری برای خود فرد، افراد دیگر مشغول بکار در آن آزمایشگاه و حتی سایر آزمایشگاه‌های مجموعه ایجاد کند. بطور کلی، چگونگی رفتار فرد در آزمایشگاه می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان احتمال بروز خطر و حادثه باشد. این موضوع می‌تواند شرط لازم و کافی برای آشنایی هر فرد به شرایط هر آزمایشگاه، انواع مواد موجود (اعم از زیستی و شیمیایی)، نحوه کار ایمن با مواد و دستگاه‌ها و نیز نحوه بهره‌بردن از لوازم و تجهیزات محافظت فردی و کمک‌های اولیه موجود در آن آزمایشگاه باشد. در این فصل، به بررسی شرایط ابتدایی لازم قبل، حین و بعد از انجام کارهای تحقیقاتی پرداخته خواهد شد.

۱-۱- آماده‌شدن برای کار در آزمایشگاه

قبل از شروع به هرگونه فعالیت تحقیقاتی در هر آزمایشگاه، باید با خطرات مواد موجود در آن آزمایشگاه، نحوه استفاده و نگهداری ایمن و همچنین دستورالعمل‌های اورژانس مربوط به هر ماده به دقت آشنا شویم. همچنین بهتر است اطلاعاتی از مراحل تحقیق و دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه را داشته باشیم. در صورت عدم اطمینان از روند آزمایش، از استاد مسئول خود سؤال-کنیم. اطلاع از محل قرارگرفتن لوازم و تجهیزات ایمنی و اورژانس آزمایشگاه از قبیل کپسول‌های آتش‌نشانی و جعبه کمک‌های اولیه و نیز آمادگی برای

۱۶.....فصل اول: آشنایی با اصول ایمنی در آزمایشگاه نحوه برخورد با ریختن احتمالی مواد مورد استفاده در آزمایش ضروری است. قطعاً باید شماره تلفن‌های مراکزی مانند مرکز اورژانس و آتش‌نشانی را دانسته از محل قرارگرفتن تلفن در آزمایشگاه آگاه باشیم. آگاهی از راه‌های اضطراری فرار از محل حادثه یکی دیگر از نکات قابل توجه و اجتناب ناپذیر است. در ایران، شماره‌های ۱۱۵ و ۱۲۵ به ترتیب ارتباط مستقیم با مراکز اورژانس و آتش‌نشانی است که به‌تراست در جدولی کنار دستگاه تلفن آزمایشگاه نوشته‌شوند. همچنین به‌تراست در این جدول، شماره تلفن مستقیم دفتر مسئول آزمایشگاه و شماره تلفن مرکز خدماتی و تاسیساتی دانشکده نیز ثبت‌گردد تا در مواقع ضروری و برای صرفه‌جویی در وقت مورد استفاده قرار گیرد.

عموماً جعبه‌های کمک‌های اولیه شامل یک سری لوازم و داروهای مشخصی هستند که ممکن است برای تکمیل جعبه مربوط به هر آزمایشگاه، بسته به نوع خطر مورد انتظار در آن آزمایشگاه، به صلاحدید مسئول آزمایشگاه ابزار و یا دارویی خاص به جعبه کمک‌های اولیه اضافه‌گردد. به طور کلی لوازمی که باید در هر جعبه کمک‌های اولیه قرار داده‌شود عبارتند از گاز یا تنظیف استریل در ابعاد مختلف، باند یا نوار در اندازه‌های مختلف، تب‌سنج، قیچی، پنس بزرگ و کوچک، سرنج استریل در اندازه‌های ۲، ۵ و ۱۰ سانتیمتر مکعبی، تخته شکسته‌بندی، باند سه گوش و باند نواری، کیف یخ، کیسه آب گرم (برای مواجهه با سرما یا درد)، نوارهای کوچک که برای پانسمان زخم‌های کوچک و خراش‌ها بکار می‌رود، لوکوپلاست یا نوار چسبی که برای بستن و ثابت نگه داشتن پانسمان بکار می‌رود، برس و نیز آئینه کوچک.

سایر مواد و داروهای عمومی داخل جعبه‌های کمک‌های اولیه هر آزمایشگاه به شرح زیر است:

- محلول بتادین
- سرم فیزیولوژی
- الکل سفید (اتانول ۷۰ درجه) به عنوان ضدعفونی کننده
- محلول آمونیاک به عنوان محرک تنفسی
- پماد جنتامایسین و تتراسایکلین
- پودر تالک
- پماد ایکتیول برای باز کردن دمل و کورک
- صابون و کبریت
- مُسکن‌ها مانند آسپرین و یا استامینوفن
- پماد سوختگی (سیلورسولفادیازین یا اکسید روی)
- آمپول هیوسین، قرص‌های متوکلوپرامید و دیفنوکسیلات، اسپری
- سالبوتامول، قرص هیدروکسی‌زین و آنتی‌هسیتامین.

۲-۱- انجام فعالیت‌های تحقیقاتی

- در هنگام انجام فعالیت‌های تحقیقاتی در آزمایشگاه باید نکات و شرایطی مدنظر قرار گیرند که در اینجا به چند نمونه از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود.
- الف- دسترسی به آزمایشگاه را تنها محدود به افراد مجاز نمایید. نباید کودکان اجازه ورود به فضای آزمایشگاه را داشته‌باشند.
- ب- خوردن، آشامیدن، نگهداری مواد غذایی، استفاده از لوازم آرایش و لنزهای تماسی در هنگام انجام آزمایشات ممنوع است.
- پ- محل کار خود را تمیز و عاری از هرگونه ماده شیمیایی، زیستی و پرتوزا نمایید. از برجای گذاشتن هرگونه بطری پر یا خالی روی زمین اجتناب کنید.

- ۱۸..... فصل اول: آشنایی با اصول ایمنی در آزمایشگاه
- ت- فقط با موادی که از خصوصیات سمی، واکنش پذیری، نگهداری ایمن و دستورالعمل‌های اورژانس مربوط به آنها اطلاع دارید استفاده نمایید.
- ث- هیچگاه با دهان پیپت نکنید و همیشه از پوآر برای کشیدن مایعات با پیپت استفاده نمایید.
- ج- در آزمایشگاه ندوید.
- چ- همیشه راه‌های خروجی و اضطراری را آزاد و باز نگه دارید.
- ح- اتفاقات و حوادث خطرناک رخ داده را فوراً به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید.
- خ- دستان خود را قبل از خروج از آزمایشگاه کاملاً بشویید.

۳-۱- تمیز کردن قبل از ترک آزمایشگاه

- بعد از پایان هر آزمایش و قبل از خروج از آزمایشگاه، باید بازدید کاملی از ایمنی کل آزمایشگاه انجام گیرد. اطمینان از نکات زیر قبل از ترک آزمایشگاه ضروری است:
- الف- خاموشی دستگاه‌های فشارساز، خلاء و گرم‌کننده و بسته‌بودن شیر گاز
- ب- برگرداندن مواد اضافی، وسایل و دستگاه‌های کوچک به محل اولیه و قبل از آزمایش
- پ- پاک کردن دستگاه‌ها و محل‌هایی که با مواد شیمیایی خطرناک در تماس بوده‌اند.
- ت- قراردادن هر گونه وسیله محافظت فردی در آزمایشگاه

ث- در صورتی که آخرین نفر حاضر در آزمایشگاه هستید از بستن و قفل شدن درب آن در خاتمه کار اطمینان حاصل نمایید.

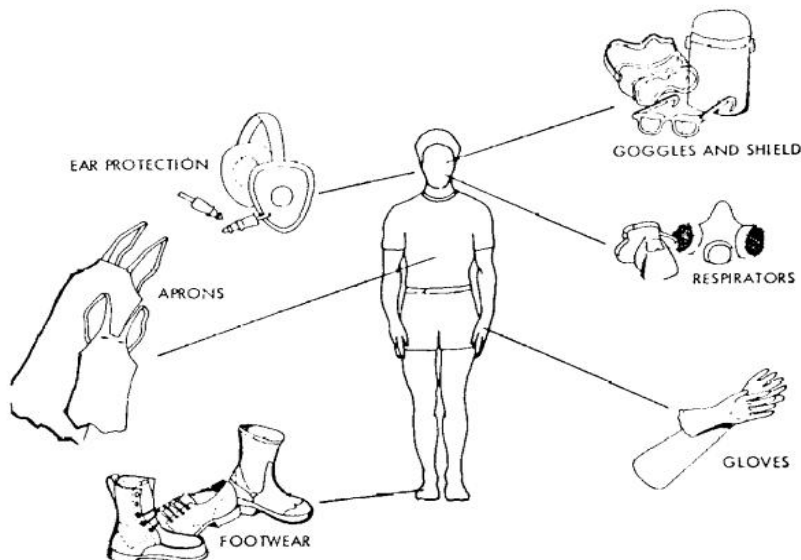
۴-۱- تنها کار کردن در آزمایشگاه

انجام آزمایش به تنهایی در آزمایشگاه، همیشه به عنوان یک عمل خطرناک محسوب می‌شود. با این حال، اگر نوع فعالیت تحقیقاتی ایجاب کند، باید تمهیداتی برای اطلاع دیگران از موقعیت فرد آزمایش‌کننده در نظر گرفته شود. خواستن از اشخاص دیگر جهت سرکشی، چه حضوری و چه تلفنی عاقلانه بنظر می‌رسد.

۵-۱- تجهیزات محافظت فردی

محافظت فردی^۱ در آزمایشگاه (شکل ۱-۱) به تمهیداتی اطلاق می‌شود که ایمنی فرد را در برابر هرگونه اتفاق، چه خطرناک و چه بی‌خطر، تضمین نماید. این تمهیدات شامل وسایل و لوازم محافظت فردی و یک سری نکات اولیه انجام هر نوع آزمایش است. استفاده از این لوازم و رعایت نکات محافظت فردی، در آزمایشگاه‌ها، هم برای افرادی که در آزمایشگاه کار می‌کنند (شامل مسئولین و دانشجویان شاغل) و هم مراجعین به آزمایشگاه ضروری است. آنچه در زیر خواهد آمد، تفصیلی از این قبیل تمهیدات برای کار ایمن در آزمایشگاه است.

۱. Personal protection



شکل ۱-۱- انواع تجهیزات حفاظت فردی.

<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>,
accessed June ۱, ۲۰۱۱

۱-۵-۱- حفاظت از چشم‌ها

محافظت از چشم هنگام استفاده از برخی مواد و وسایل در آزمایشگاه مانند ظروف شیشه‌ای در فشار کم و زیاد، مواد سرماساز، مواد قابل انفجار، مواد تحریک‌کننده و خورنده، مواد مخاطره‌آمیز زیستی، مواد پرتوزا، نور ماوراء بنفش، مواد سمی، مواد سرطان‌زا، مواد آتش‌گیر و نور لیزر ضروری است. استفاده از عینک ایمنی نه تنها برای فرد یا افراد آزمایش‌کننده، بلکه برای افرادی که در نزدیکی محل آزمایش هستند نیز ضروری است. استفاده از

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۲۱
لنزهای تماسی^۱ در آزمایشگاه‌ها ممنوع است. بسیاری از مواد آلی از قبیل هیدرواسیدها و مشتقات هالیدها ممکن است در مایع اشکی که عدسی در آن غوطه‌ور است، حل شوند و تحریکات مهم و خطرناکی را در چشم ایجاد نمایند. این خطرات برای لنزهای نرم شدیدتر است.

مدل‌های مختلف عینک ایمنی به علت تنوع سلیقه‌ها از نظر راحتی، زیبایی، تناسب و همچنین سازگاری با خطر، باید در اختیار افراد مرتبط با هر آزمایشگاه قرار گیرد. به دلیل عمر کوتاه عینک‌های ایمنی و بیشتر شدن سرعت تخریب آن‌ها در محیط آزمایشگاه، بهتر است جایگاهی برای نگهداری انواع عینک ایمنی پیش‌بینی شود.

آزمایش‌هایی که ممکن است خطرات قابل توجهی به دنبال داشته باشند، باید زیر هود حفاظدار که صفحه حفاظ آن از جنس پلی‌کربنات باشد، انجام گیرند.



شکل ۲-۱- نمونه‌ای از عینک‌های ایمنی.

(<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>,
accessed June ۱, ۲۰۱۱)

۱. Contact lense

۲-۵-۱- حفاظت از دست‌ها

استفاده از دستکش، هنگام احتمال آلودگی با مواد پرتوزا، مواد زیستی و شیمیایی ضروری است. دستکش سبب محافظت دست در برابر بریدگی‌ها، سوختگی‌ها و یا قرار گرفتن در معرض زباله‌های زیستی می‌شود.

هنگام استفاده از دستکش باید به نکات زیر توجه شود:

الف- قبل از استفاده، سالم بودن دستکش کاملاً بررسی شود.

ب- اگر در حین کار، دستکش آلوده شد، فعالیت به سرعت متوقف‌گردد و دستکش از دست خارج شود. سپس دست‌ها شسته‌شوند و دستکش جدید مورد استفاده قرارگیرد.

پ- هنگام استفاده از دستکش‌ها، از لمس دستگیره درب‌ها، تلفن و یا هر وسیله دیگری خودداری شود.

ت- باید از هماهنگی جنس و نوع دستکش انتخابی با نوع فعالیت آزمایشگاهی اطمینان حاصل‌گردد.

ث- همیشه پس از خارج کردن دستکش، دست‌ها شسته‌شوند.

ج- همیشه قبل ترک آزمایشگاه، دستکش از دست خارج‌شود، چه آلوده باشد چه نباشد.

چ- انتخاب دستکش مناسب برای هر نوع کار آزمایشگاهی اهمیت فراوانی دارد. برای انتخاب دستکش با جنس سازگار با هر ماده شیمیایی و یا زیستی مورد استفاده در آزمایش، باید به برگه‌های داده ایمنی^۱ آن ماده مراجعه شود.

ح- بعد از هر آزمایش شستن دست‌ها مفید است ولی بعد از کار با مواد زیر، شستشوی دست‌ها اجباری است:

۱. Material Safety Data Sheets (MSDS)

- مواد سمی مانند سیانیدها و ترکیبات آرسنیک و غیره
- مواد فعال زیستی مانند هورمون‌های استروئیدی و آلكالوئیدها
- مواد آلرژی‌زا مانند کینون‌ها

۱-۲-۵-۱- انواع دستکش و انتخاب آن

انواع دستکش‌ها از لحاظ جنس عبارتند از لاتکس^۱، نئوپرن^۲، بوتیل، نیتریل و پلی وینیل الکل که درصد محافظت هر کدام، طبق جدول ۱-۱، برای هر نوع ماده شیمیایی با دیگری متفاوت است و لازم است برای کار با هر نوع ماده شیمیایی، دستکش مناسب آن ماده انتخاب و استفاده شود.



شکل ۳-۱- انواع دستکش‌های ایمنی آزمایشگاهی.

<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>,
accessed June ۱, ۲۰۱۱

۱. Latex
۲. Neoprene

جدول ۱-۱- مواد مصرف عمومی انواع دستکش های ایمنی.

جنس دستکش	موارد استفاده عمومی
بوتیل	مقاومت بالا به نفوذ بسیاری از گازها و بخار آب، بسیار مناسب برای کار با استرها و کتونها
نئوپرن	مقاومت متوسط در برابر نازک شدگی، قدرت کشیده- شدن و حرارتی خوب، قابل استفاده برای بسیاری از اسیدها، مواد خورنده و روغن ها
نیتریل	بهترین دستکش برای انجام فعالیت های روزمره آزمایشگاهی، فراهم آوردن محافظت در برابر انواع مختلف حلال ها، روغن ها، فرآورده های نفتی و برخی مواد خورنده، مقاومت بسیار عالی در برابر بریدگی، سوراخ شدگی و نازک شدگی
پلی وینیل الکل	بسیار غیرقابل نفوذ در برابر گازها، حفاظت بسیار عالی در برابر حلال های آروماتیک و کلردار، برای کارکردن با محلول های آبی قابل استفاده نیست

<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>,
accessed June ۱, ۲۰۱۱

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۲۵
بهترین راه برای خارج کردن دستکش از دست پس از انجام هر گونه فعالیت
آزمایشگاهی به شرح زیر است:

۱- یکی از دست‌ها از نزدیکی مچ دست، با دست دیگر گرفته به سمت
انگشتان تا شود.



۲- قسمت تا شده محکم گرفته شده به سمت انگشتان کشیده شود. با این
کار دستکش پشت و رو خواهد شد.



۳- تا جایی که دستکش از دست خارج گردد، کشیده شود. برای جلوگیری از
آلودگی‌های محیطی، بهتر است پس از خارج شدن کامل از دست، با دست
دیگر گرفته شود.



۴- یکی از انگشتان دست بدون دستکش، زیر دستکش باقی مانده قرار
گرفته تا جایی جلو رود که نیمی از انگشتان در زیر دستکش بماند.

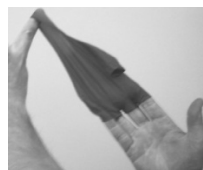


۲۶.....فصل اول: آشنایی با اصول ایمنی در آزمایشگاه

۵- سپس انگشت، ۱۸۰ درجه چرخیده شود تا دستکش به سمت بیرون و به طرف انگشتان دست برود.



۶- دستکش‌ها محکم و از طرف غیرآلوده نگه‌داشته با دیگر پسماندهای آلوده به طریق مناسب دور ریخته‌شود.



۳-۵-۱- حفاظت از دستگاه تنفسی

استفاده از ماسک حفاظتی تنفسی از نوع کارتریجی^۱، هنگام کار با مواد فرار و سمی مانند فسژن^۲، سولفید هیدروژن، گاز کلر و برم اجباری است. البته استفاده از این ماسک‌ها در مواقعی که غلظت گاز آلوده‌کننده محیط از ۲ درصد بگذرد، مناسب نیست. در صورت استفاده از ماسک‌های کارتریجی، تعویض به موقع آن اجباری می‌باشد.



شکل ۴-۱- نمونه‌ای از ماسک‌های کارتریجی.

(<http://www.osha.org/>, accessed June ۱, ۲۰۱۱)

۱. Cartridge masks
۲. Phosgene

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۲۷

در پی بروز حادثه و پخش گاز سمی در آزمایشگاه، باید فوراً از محل آلوده خارج شد و هیچ فردی بدون ماسک مخصوص حق ورود به آن مکان را ندارد. همچنین لازم است محل ماسک‌های محافظ براحتی قابل دسترس همگان باشد.

۴-۵-۱- حفاظت از بدن

پوشیدن روپوش نخی (شکل ۵-۱)، در آزمایشگاه اجباری است. هرگز نباید از روپوش ساخته‌شده از الیاف مصنوعی بدون شناخت دقیق از مقاومت آن در برابر آتش و مواد خورنده استفاده نمود. روپوش را باید تمیز نگه داشت و از خطر آلودگی به واسطه استفاده از روپوش آلوده به مواد شیمیایی نباید چشم-پوشید. برای محافظت از پاها بهتر است هنگام کار از کفش‌هایی با جلوی بسته استفاده گردد.



شکل ۵-۱- نمونه‌ای از روپوش نخی.

(<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>,)

(accessed June ۱, ۲۰۱۱)

منابع فصل اول

- *Laboratory Safety Manual*. Princeton University 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*. 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 edn., 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).
- فرامرزی محمدعلی، نفیسی ورچه نسترن، مرادپور زهرا، شریف زاده محمد. *ایمنی زیستی در آزمایشگاه*. تهران: انتشارات نویسه؛ ۱۳۸۶.
- قلی‌زاده مصطفی، مهدوی بهنام. *ایمنی در آزمایشگاه‌های شیمی*. سبزوار: انتشارات دانشگاه تربیت معلم ۱۳۸۳.

فصل دوم:

تجهيزات ایمنی آزمایشگاهی

هدف کلی

آشنایی با تجهیزات ایمنی مشترک بین آزمایشگاه‌ها

اهداف اختصاصی

انتظار می‌رود پس از مطالعه این متن فراگیرنده بتواند:

- ۱- تعریفی برای تجهیزات ایمنی آزمایشگاهی و لزوم وجود آنها در هر آزمایشگاه بیان کند.
- ۲- انواع هوادهی و نکات ضروری برای انتخاب نوع هوادهی آزمایشگاه را شرح دهد.
- ۳- دستورالعمل استاندارد دی جهت استفاده از هوادهای گازی موجود در آزمایشگاه ارائه دهد.
- ۴- روش صحیح استفاده از چشم‌شوی‌ها و دوش ایمنی را بیان کند.

مقدمه

تجهیزات ایمنی آزمایشگاه^۱، لوازم و دستگاه‌های مشترک در تمامی آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و آموزشی هستند که برای کاهش احتمال خطر و وقوع حوادث در اثر استفاده از مواد شیمیایی، زیستی و پرتوزا در هر آزمایشگاه تعبیه می‌شوند. این لوازم و تجهیزات شامل تهویه مناسب هوا، هودهای گازی^۲، ایستگاه‌های شست و شوی چشم^۳ و دوش‌های ایمنی می‌باشند که در این فصل به ترتیب مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۲- تهویه مناسب هوا

کلیه آزمایشگاه‌ها، باید مجهز به امکانات مناسبی برای تهویه مؤثر هوا باشند؛ طوری که کیفیت هوای محیط کار تضمین گردد. تضمین کیفیت هوای قابل استنشاق در آزمایشگاه، یکی از مهم‌ترین عوامل دخیل در ایمنی آزمایشگاه‌ها است. در واقع، تهویه هوا یکی از بهترین عملکردها برای حفاظت فرد در برابر آلودگی‌هاست؛ خواه آلودگی‌های ناشی از حضور انسان و خواه آلودگی‌های حاصل از سایر منابع باشد. جریان تهویه می‌تواند به دو گونه تقسیم‌بندی شود:

الف- هوادهی کلی: این نوع هوادهی، موجب تجدید جریان هوا در محل آزمایشگاه می‌شود.

ب- هوادهی محلی: بهترین حذف‌کننده آلاینده‌های پراکنده از قبیل آئروسول‌ها، از محل انجام آزمایش، این نوع تهویه است.

۱. Lab. safety equipments

۲. Fumehoods

۳. Eye wash stations

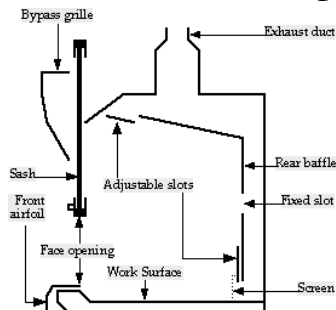
برای انتخاب نوع تهویه، برخی نکات باید مدنظر قرار گیرد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مقررات و اصول محیط کار، حد نهایی مواد قابل نگهداری، نوع کار، خواص فیزیکی و شیمیایی مواد مصرفی، ابزار و وسایل کار و نیز تعداد کارکنان اشاره کرد.

اگر هر دو نوع هوادهی مورد نیاز باشد، مکمل بودن این سیستم‌ها ضروری است. تجهیزات هوادهی در محل کار، نباید موجب مزاحمت و یا سلب آسایش افراد شود و یا مزاحمت‌هایی ناشی از سرعت، دما، رطوبت هوا، سر و صدا و ارتعاش ایجاد نکند. میزان صدای حاصل از هوادهنده نباید از آستانه صوتی ناشی از فعالیت‌های کاری آن محیط، به میزان قابل توجهی، تجاوز کند.

۲-۲- هودهای گازی

هودهای گازی (شکل ۲-۱)، برای کنترل گازهای سمی، آزاردهنده یا قابل‌اشتعال مورد استفاده قرار می‌گیرند. دستگاه مورد استفاده در داخل هودها، باید با فشرده‌سازها^۱ و یا تله‌های مناسب مجهز باشد تا توانایی جمع‌آوری پسماند حلال‌ها و یا بخارهای سمی را داشته‌باشد. باید توجه داشت که این هودها، نه برای حذف مواد شیمیایی و نه نگهداری آن‌ها ساخته شده‌اند. نگهداری مواد شیمیایی در زیر هود، می‌تواند عملکرد فشرده‌ساز را مختل و کارایی هود را کاهش دهد.

۱. Condensors



شکل ۱-۲- نمای از هودهای گازی شیمیایی.

(<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>, accessed June ۱, ۲۰۱۱)

برای استفاده از هود باید به نکات زیر توجه شود:

الف- پنجره^۱ هود همیشه تمیز و شفاف نگه داشته شود.

ب- پنجره هود پس از پایان کار بسته شود.

پ- تنها مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش می‌توانند زیر هود تا پایان انجام آزمایش بطور صحیح (شکل ۲-۲) قرار داده شوند.

ت- پس از هر بار استفاده، بقایای مواد آزمایش از داخل هود پاک شوند.

ث- از کارکرد صحیح و بی نقص هود اطمینان حاصل شود. برای اطمینان از کارکرد صحیح جریان هوا، می‌توان از یک لایه نازک دستمال کاغذی و یا گاز نیتروژن استفاده کرد.

ج- از هرگونه اجتماع در پشت سر فرد آزمایش‌کننده، هنگام کار با هود خودداری شود. حتی الامکان از ورود سر به داخل هود اجتناب شود.

چ- هرگونه وسایل و ارتباط‌های الکتریکی، باید خارج از هود قرار گیرند تا از جرقه‌های ناگهانی و احتمال آتش‌گیری مواد قابل اشتعال و انفجار جلوگیری بعمل آید.

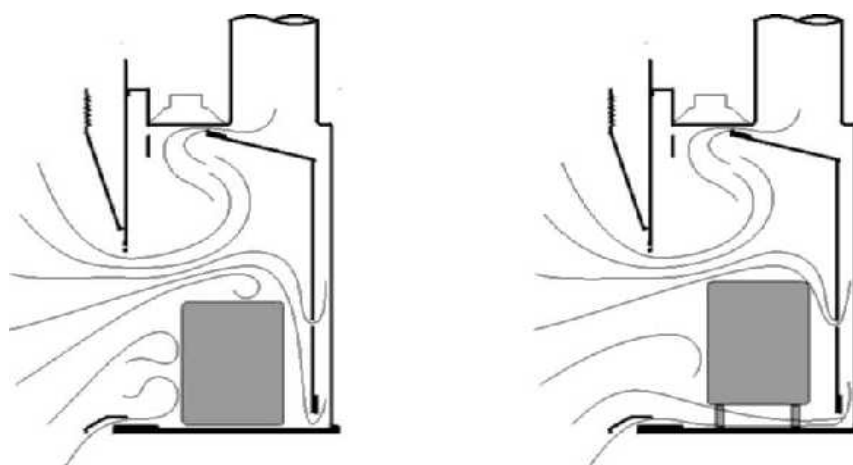
۱. Sash

ح- نحوه قرار دادن وسایل حجیم مانند همزن‌های برقی در داخل هود به طور کامل رعایت شود (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۲- محل قرار دادن صحیح ظروف حاوی مواد شیمیایی زیر هود.

(Princeton University Lab Safety Manual, Accessed June ۱, ۲۰۱۱)



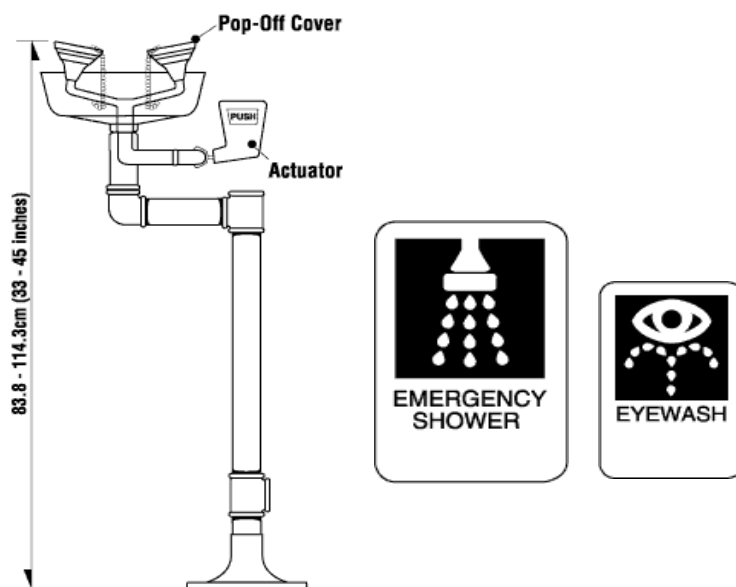
شکل ۲-۳- نحوه قرار دادن تجهیزات حجیم زیر هود.

(<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>, accessed June ۱, ۲۰۱۱)

۳-۲- ایستگاه‌های چشم‌شوی و دوش ایمنی بدن

ممکن است در اثر سهل‌انگاری در استفاده از عینک ایمنی و یا به هر دلیل دیگر، مواد شیمیایی و یا ذرات ریز تولیدشده در حین آزمایش به داخل چشم و یا روی سطح بدن پرتاب شوند. در این صورت شست و شوی چشم یا بدن با استفاده از ایستگاه‌های دوش بدن و چشم‌شوی (شکل ۴-۲) حالتی اورژانس خواهد داشت. قبل از استفاده از این سامانه، باید کاملاً با محل و نحوه استفاده از این تجهیزات آشنایی حاصل شود که معمولاً محل وجود این گونه لوازم توسط علائمی (شکل ۵-۲) مشخص می‌گردد و نحوه استفاده از آن‌ها توسط شرکت سازنده در اختیار هر آزمایشگاه قرار خواهد گرفت.

در صورت بروز حادثه، چشم‌ها یا بدن باید به مدت حداقل ۵ دقیقه برای مواد شیمیایی با خاصیت تحریکی کم، حداقل ۲۰ دقیقه برای مواد محرک متوسط تا شدید، ۲۰ دقیقه برای مواد شیمیایی خورنده غیرقابل نفوذ و حداقل ۶۰ دقیقه برای مواد خورنده با قابلیت نفوذ بالا با جریان کمی از آب تمیز و آشامیدنی اسپری شوند. در صورت نیاز، می‌توان از شیر ظرف‌شویی (در صورت آشامیدنی بودن آب آن) به عنوان شست و شوی موقت استفاده کرد. البته باید توجه داشت که باقی‌ماندن آب در محیط، سبب رشد میکروارگانیسم‌های مختلف به خصوص سودوموناس خواهد شد. باید در نظر داشت که هرگونه استفاده از دوش‌های چشمی باید در برگی اعلام حادثه گزارش گردد.



شکل ۴-۲- دوش چشمی (سمت راست) و دوش بدن (سمت چپ) اضطراری.
(<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualseafety>, accessed June ۱, ۲۰۱۱)



شکل ۵-۲- علایم محل قرارگیری دوش‌های چشمی و بدن.
(<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualseafety>, accessed June ۱, ۲۰۱۱)

منابع فصل دوم

- *Laboratory Safety Manual*. Princeton University 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).

- Furr AK. *CRC Handbook of Laboratory Safety*. ۵th edn., New York, CRC press LLC, USA, ۲۰۰۰.

- 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.

فصل سوم:

کلیات ایمنی در آتش

هدف کلی

آشنایی با ایمنی مربوط به آتش و انواع آتش‌سوزی‌ها

اهداف اختصاصی

انتظار می‌رود پس از مطالعه این متن فراگیرنده بتواند:

- ۱- ضرورت دانستن ایمنی مربوط به آتش و اطفاء آن را شرح دهد.
- ۳- تعریفی از آتش و طبقه‌بندی انواع مواد آتش‌زا ارائه کند.
- ۳- حداقل ۵ نکته ضروری جهت پیشگیری از آتش‌سوزی در آزمایشگاه نام‌ببرد.
- ۴- انواع کپسول‌های آتش‌نشانی و مورد مصرف و نحوه استفاده از آن‌ها را بیان کند.

مقدمه

آتش یکی از اجتناب ناپذیرترین پیامدهای هر آزمایشگاه است. استفاده غیرایمن از مواد شیمیایی آتش گیر مانند مواد قابل اشتعال و فلزات بسیار فعال در جریان آزمایش و یا از همه ساده تر، تحریک مواد معمولی مانند کاغذ یا صدمه تجهیزات الکتریکی آزمایشگاه می تواند پیامدهای مالی و حتی جانی جبران ناپذیری برجای گذارد. به همین علت برای تمام افرادی که در یک آزمایشگاه رفت و آمد می کنند ضروری است اطلاعاتی از انواع آتش و نحوه برخورد با هر نوع از انواع آتش را بدانند. در این فصل ابتدا به طبقه بندی انواع آتش پرداخته سپس انواع کپسول ها و طریقه استفاده از آن ها شرح داده خواهد شد.

۱-۳- تعریف و طبقه بندی

آتش رایج ترین و جدی ترین خطر قابل اتفاق در هر آزمایشگاه است که در صورت فراهم شدن مثلث آتش (شکل ۱-۳) یعنی اکسیژن، ماده سوختنی و حرارت بروز می کند. بر اساس مواد سوختنی، آتش را به چهار دسته تقسیم بندی می کنند که برای هر دسته، تمهیدات مخصوصی باید در نظر گرفته شود. جدول ۱-۳ خلاصه ای از این دسته ها را معرفی می کند.



شکل ۱-۳- مثلث آتش.

http://www.setonresourcecenter.com/eefs/oshawww.osh.gov/SLTC/etools/evacuation/potrable_about.html

جدول ۱-۳- طبقه‌بندی انواع آتش.

نماد	مواد آتش‌گیر ایجاد کننده	طبقه بندی آتش
	چوب، کاغذ، لباس، زباله و دیگر مواد معمولی	A
	بنزین، نفت، رنگ و دیگر مایعات آتش‌گیر	B
	اشکال در تجهیزات الکتریکی، بدون خطر برای تکنسین	C

نماد	مواد آتش‌گیر ایجاد کننده	طبقه بندی آتش
	فلزات و آلیاژهای فلزی قابل انفجار مانند سدیم	D
	مایعات حین آشپزی مانند روغن‌های گیاهی و حیوانی	K

http://www.setonresourcecenter.com/eefs/osha/www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/potrable_about.html

۲-۳- برچسب‌گذاری

سامانه برچسب‌گذاری انجمن ملی محافظت از آتش^۱، برای هر ماده شیمیایی نوع و درجه آتش‌گیری آن ماده را مشخص کرده‌است (شکل ۲-۳). این موارد بطور نادر بر ظروف نگهداری مواد شیمیایی و بیشتر برای ورودی آزمایشگاه‌ها و انبارهای نگهداری مواد استفاده می‌شوند. در این طبقه‌بندی، درجه خطر از صفر تا چهار دسته‌بندی می‌شود که درجه صفر نشان‌دهنده کم‌ترین احتمال و درجه چهار، نشان‌دهنده بیشترین خطر است.

۱. National Fire Protection Association (NFPA)



شکل ۲-۳- درجات مختلف خطر آتش.

۳-۳- پیش‌گیری از آتش

در نظر داشتن چند نکته برای پیش‌گیری از آتش ضروری است:
الف- باید تلاش گردد تا حداقل مایعات قابل اشتعال در آزمایشگاه نگهداری شود.

ب- مایعات قابل اشتعال از گرما، شعله و نور مستقیم خورشید دور نگه داشته شوند.

پ- هنگام حادثه با مواد قابل اشتعال و قابل انفجار، وسایل الکتریکی نباید روشن و خاموش شوند.

ت- سیگار کشیدن در آزمایشگاه ممنوع است.

۳-۴- کپسول‌های آتش‌نشانی

۳-۴-۱- انواع کپسول‌ها و موارد استفاده

انواع مختلفی از کپسول‌های آتش‌نشانی در دسترس هستند که هر کدام مورد مصرف خاص خود را دارند و در دسته‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف- کپسول‌های حاوی آب تحت فشار هوا^۱

ب- کپسول‌های حاوی دی‌اکسیدکربن

ج- کپسول‌های حاوی مواد شیمیایی خشک تحت فشار^۲

د- کپسول‌های غیرمغناطیسی^۳

۱-۱-۴-۳- کپسول حاوی آب تحت فشار هوا

آب یکی از رایج‌ترین مواد مورد استفاده برای خاموش کردن آتش‌های نوع A بشمارمی‌رود. این نوع کپسول‌ها که براحتی از طریق ظروف نقره‌ای بزرگ قابل شناسایی هستند (شکل ۳-۳) حاوی دو سوم آب معمولی و یک سوم هوای فشرده می‌باشند. در برخی موارد، انواعی از مواد پاک‌کننده به آب اضافه می‌کنند تا کف تولیدگردد. این کپسول‌ها معمولاً ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر ارتفاع و در حالت پر شده وزنی در حدود ۱۱ کیلوگرم دارند.

باید به دقت توجه داشت که کپسول‌های دارای آب تحت فشار هوا، تنها برای آتش‌های نوع A طراحی شده‌اند و نباید برای اطفاء آتش‌های ناشی از مایعات آتش‌گیر و اتصالات الکتریکی مورد استفاده قرار گیرند.

۱. Air Pressurized Water extinguishers (APW)

۲. Pressurized dry chemical extinguishers

۳. Nonmagnetic extinguishers



شکل ۳-۳- کپسول حاوی آب تحت فشار هوا.

این کپسول‌ها تنها برای اطفاء حریق نوع A استفاده می‌شوند.

http://www.setonresoucecenter.com/eefs/osha/www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/potrable_about.html

۲-۱-۴-۳- کپسول‌های دی‌اکسیدکربن

این نوع کپسول‌ها با دی‌اکسیدکربن که گازی غیرقابل اشتعال است، تحت فشار معینی پر شده اند و آتش را از طریق حذف عنصر اکسیژن از مثلث آتش خاموش می‌کنند. به علت فشار بالای درون این کپسول‌ها، هنگام استفاده از آن‌ها قطعات یخ خشک از دهانه کپسول به بیرون پرتاب می‌شوند که خود اثر خنک‌کنندگی برای آتش دارند. این کپسول‌ها را می‌توان از روی دهانه سخت و نداشتن عقربه فشارسنج^۱ تشخیص داد (شکل ۳-۴). آن‌ها دارای بدنه‌ای به رنگ قرمز و در اندازه‌های مختلف از ۵ تا ۴۵ کیلوگرم می‌باشند.

۱. Gauge

ایمنی در تحقیقات علوم دارویی ۳۹

باید دقت داشت که این کپسول‌ها تنها برای اطفاء حریق انواع B و C مورد استفاده قرارگیرند. در صورت استفاده از آنها برای خاموش کردن آتش نوع A، احتمال شعله‌ور شدن مجدد آتش و در نتیجه هدر رفتن گاز درون کپسول وجود دارد. نکته قابل توجه دیگر این است که هرگز از کپسول‌های دی-اکسید کربن بدون استفاده از تجهیزات محافظ دستگاه تنفسی و بخصوص هنگامی که هنوز محوطه تخلیه نشده است استفاده نگردهد.



شکل ۴-۳- کپسول‌های حاوی دی‌اکسید کربن.

این کپسول‌ها تنها برای اطفاء حریق انواع B و C استفاده می‌شوند.
http://www.setonresourcecenter.com/eefs/osha/www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/potrable_about.html

۳-۱-۴-۳- کپسول‌های حاوی مواد شیمیایی خشک

این نوع کپسول‌ها، با پوشاندن لایه‌ی نازکی از پودر تاخیرانداز آتش، ماده سوختنی را از اکسیژن جدامی‌کنند و سبب خاموش شدن آتش و یا گسترش

۴۰..... فصل سوم: کلیات ایمنی در آتش
آن می‌شوند. همچنین پودر سبب مداخله در انجام واکنش شیمیایی آتش
شده که این عامل سبب می‌گردد کپسول‌های حاوی مواد شیمیایی خشک
(شکل ۳-۵) بسیار مؤثرتر شوند. این گروه از کپسول‌ها معمولاً برای آتش‌های
انواع B و C طراحی می‌شوند اما ممکن است به عنوان کپسول چندمنظوره^۱
برای اطفاء حریق انواع A، B و C بکار روند. درون این کپسول‌ها از مواد
شیمیایی خشک به عنوان خاموش‌کننده و یک گاز فشرده غیرقابل اشتعال به
عنوان پیشران^۲ پر شده‌است.



شکل ۳-۵- کپسول‌های دارای مواد شیمیایی خشک.

این کپسول‌ها ممکن است چندمنظوره باشند.

http://www.setonresourcecenter.com/eefs/oshawww.osh.gov/SLTC/etools/evacuation/potrable_about.html

۱. Multiple purposes
۲. Propellant

۲-۴-۳- روش استفاده از کپسول‌های آتش‌نشانی

بهتر است قبل از وقوع حادثه، روش استفاده از کپسول‌های آتش‌نشانی آموزش داده‌شوند، زیرا هنگام وقوع حادثه زمانی برای خواندن دستورالعمل نوشته‌شده روی برچسب کپسول وجود نخواهد داشت. سعی کنید تنها آتش‌های با محدوده کم را فقط در صورت وجود راه خروج اضطراری، خودتان خاموش کنید. به یاد داشته باشید که کپسول بعد از هر بار استفاده، برای پرکردن به مراکز مربوطه فرستاده‌شود.

برای استفاده از کپسول آتش‌نشانی مراحل زیر را طبق شکل ۳-۶ انجام دهید. در صورت شعله‌ور شدن مجدد، دوباره از مرحله اول آغاز کنید.

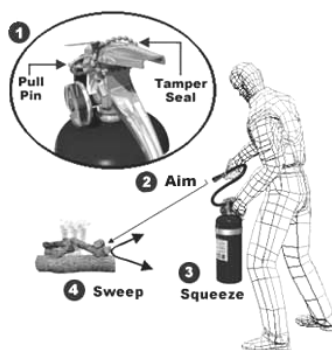
الف- ضامن کپسول را کشیده و بچرخانید تا درپوش شکسته‌شود.

ب- سر دهانه لوله را به طرف مرکز آتش نشانه‌بروید.

پ- دستگیره را فشار دهید تا ماده اطفاء حریق آزاد شود.

ت- کپسول را به حالت رفت و برگشت به طرفین حرکت دهید

تا آتش خاموش شود.



شکل ۳-۶- نحوه استفاده از کپسول آتش‌نشانی.

منابع فصل سوم

- *Laboratory Safety Manual*. Princeton University Website, CA, USA
(<http://www.princeton.edu/sites/ehs/labmanualsafety>, accessed June ۱, ۲۰۱۱).

- *Laboratory Safety Manual*. OSHA, USA, ۲۰۰۹
(http://www.osha.org/SLTC/etools/evacuation/portable_about.html, accessed June ۱, ۲۰۱۱).

فصل چهارم:

خطرهای فیزیکی

هدف کلی

آشنایی با خطرات فیزیکی رایج در آزمایشگاه‌ها

اهداف اختصاصی

انتظار می‌رود پس از مطالعه این متن فراگیرنده بتواند:

- ۱- ضرورت دانستن مقابله با خطرات فیزیکی موجود در آزمایشگاه را شرح- دهد.
- ۲- لزوم وجود ایمنی الکتریکی و چند نکته از دستوالعمل‌های استاندارد ایمنی آن را نام ببرد.
- ۳- علت حادثه در اثر آزمایش‌های تحت فشار را بیان کند و راه‌هایی برای کاهش خطرات این‌گونه آزمایش‌ها ارائه دهد.
- ۴- روش ایمنی برای استفاده از ظروف شیشه‌ای در آزمایشگاه را طراحی کند.

مقدمه

منظور از خطرهای فیزیکی^۱، خطراتی با منشأ غیر از مواد شیمیایی و زیستی مورد استفاده در انجام فعالیت‌های تحقیقاتی است که بیشتر به دلیل بی‌دقتی یا کم‌دقتی فرد آزمایش‌کننده در استفاده از وسایل الکتریکی، شرایط خلاء، شرایط با فشار بالا و یا حتی استفاده غیرایمن از وسایل شیشه‌ای مورد نیاز در انجام آزمایش اتفاق می‌افتد. به این منظور و همچنین به علت وجود آمار بالای وقوع حوادث ناشی از این نوع خطرات، در فصل حاضر به بررسی و ارائه دستورالعمل‌های استاندارد ایمن کار با این امکانات و تجهیزات پرداخته خواهد شد.

۱-۴- ایمنی الکتریکی

نیروی الکتریسیته، به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع انرژی آسان و در دسترس، همواره مدنظر طراحان آزمایشگاه‌ها و محققین بوده‌است. این منبع، در عین کارایی بالا در تأمین انرژی مورد نیاز برای انجام انواع آزمایش‌ها، یکی از دلایل اصلی و پرخطر رخداد حوادث ناگوار آزمایشگاهی بوده‌است. این امر، انجمن‌های بین‌المللی و کمیته‌های ملی ایمنی را وادار کرده تا دستورالعمل استاندارد برای چگونگی کار ایمن با این انرژی مفید، تحت عنوان ایمنی الکتریکی^۲، طراحی کرده و در اختیار محققان و تکنسین‌های آزمایشگاه قرار دهند. چکیده‌ای از این دستورالعمل به شرح زیر است:

۱. Physical hazards

۲. Electrical safety

۴۶..... فصل چهارم: خطرهای فیزیکی

الف- تنها تجهیزات الکتریکی منطبق با شرایط الکتریکی کشور (برق ۲۲۰ ولت و سیستم دوشاخه^۱) خریداری و مورد استفاده قرار گیرد.

ب- تمام پریزهای الکتریکی باید بر مبنای سیستم رایج در کشور طراحی و در آزمایشگاه نصب شوند.

پ- برای خارج کردن دوشاخه از پریز، حتماً بدنه پریز را نگه داشته از سر دوشاخه- و نه از سیم- بکشید.

ت- تمام سیم‌کشی‌های آزمایشگاه باید توسط یک تکنسین برق و یا حداقل زیر نظر او انجام شده باشد.

ث- دستگاه الکتریکی خیس شده، قبل از آن که توسط فردی روشن گردد، باید از سیستم مرکزی برق قطع شود.

ج- چگونگی قطع برق مرکزی آزمایشگاه را یاد بگیرید تا در زمان اورژانس استفاده نمایید.

چ- از خشک بودن سیم‌های دستگاه قبل از اتصال به برق مطمئن شوید.

ح- دستگاه‌های با سیم‌های فرسوده باید قبل از استفاده تعمیر شوند.

خ- استفاده از سیم‌های رابط را به حداقل برسانید و از قراردادن آن‌ها در مسیر راه‌های عبوری شدیداً پرهیز کنید.

د- برای خاموش کردن آتش‌های الکتریکی تنها از کپسول‌های دی‌اکسید کربن، یا مواد شیمیایی خشک استفاده نمایید.

ذ- ترجیحاً از سیم اتصال به زمین برای تمامی دستگاه‌های الکتریکی آزمایشگاه استفاده گردد.

۱. Two- pronged plug system

۲-۴- آزمایش‌های تحت خلاء و در فشار بالا

اختلاف فشار بین دستگاه مورد استفاده‌ای که تحت فشار کار می‌کند و محیط آزمایش با فشار عادی ممکن است به حوادثی منتهی شود که بیشتر به دلیل ترکیدن ظروف شیشه‌ای تحت خلأ یا فشار و پرتاب قطعات ریز آن‌ها به طرف چشم و پوست است. شیشه حتی ممکن است قابلیت تخریب در اختلاف فشار بسیار کم را نیز داشته‌باشد. تغییرات شدید دما مانند آنچه هنگام خارج کردن ظروف از داخل مایعات سرمازا اتفاق می‌افتد همچنین می‌تواند اختلاف فشار ایجاد کند.

تمهیداتی برای کاهش خطرات ناشی از آزمایش‌های تحت فشار پیشنهاد می‌شود:

الف- بررسی دستگاه دارای خلاء از نظر وجود خراش و ترک قبل از استفاده از آن.

ب- استفاده از ظروف با طراحی مناسب جهت کار در آزمایش‌های تحت خلاء. باید توجه داشت که ظرف‌های ته‌گرد^۱ و دیواره نازک^۲ بیش از یک لیتر برای این قبیل کارها استفاده نمی‌شوند.

پ- سرهم کردن دستگاه خلاء طوری که کمترین فشار به دستگاه وارد شود.
ت- استفاده از محافظ‌های ایمینی فردی مناسب در هنگام کار با فعالیت‌هایی که تحت خلاء و فشار انجام می‌شوند.

ث- تخلیه اندکی از فشار قبل از باز کردن کامل درب دستگاه خلاء یا بعد از خارج کردن ظرف نمونه از درون مایع سرمازا.

۱. Round bottomed
۲. Thin walled

۳-۴- ایمنی در کار با ظروف شیشه‌ای

ظروف شیشه‌ای^۱، بخصوص ظروف مقاوم به حرارت، یکی از کارآمدترین لوازم آزمایشگاهی و جزء تقریباً جدانشدنی فعالیت‌های تحقیقاتی محسوب می‌شوند. لذا باید روش کار ایمن با این وسایل در تمام آزمایشگاه‌ها رعایت شود. نکات زیر نمونه‌ای از دستوالعمل استاندارد کار ایمن با این گونه تجهیزات هستند.

الف- از جارو برای جمع‌آوری قطعات شیشه شکسته شده استفاده‌نمایید.

ب- شیشه‌های شکسته شده را در ظرفی جدای از سایر پسماندها نگهداری و برچسب‌گذاری کنید.

پ- از یک پارچه نواری برای پیچیدن ظروف شیشه‌ای که قرار است تحت خلاء یا فشار قرار گیرند استفاده‌نمایید.

ت- شیشه در اثر گرم و سرد شدن روزانه خاصیت انعطاف خود برابر فشار را از دست می‌دهد. بنابراین تمام ظروف صدمه دیده مانند لب‌پر شده‌ها و ترک‌خورده‌ها را دور بریزید.

۱. Glasswares

منابع فصل چهارم

- NIOSH, *Electrical safety student manual*. USA; ۲۰۰۹
(<http://www.cdc.gov/niosh/topics/electrical>, accessed June ۱, ۲۰۱۱).
- *Laboratory Safety Manual*. McGill University website, Canada (<http://www.mcgill.ca/safety>, accessed June ۱, ۲۰۱۱).
- قلی‌زاده مصطفی، مهدوی بهنام. *ایمنی در آزمایشگاه‌های شیمی*.
سبزوار: انتشارات دانشگاه تربیت معلم ۱۳۸۳.

فصل پنجم:

کلیات ایمنی دستگاه

هدف کلی

آشنایی با ایمنی دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه‌های فعال در زمینه تحقیقات علوم دارویی

اهداف اختصاصی

انتظار می‌رود پس از مطالعه این متن فراگیرنده بتواند:

- ۱- چند نمونه از دستگاه‌های مشترک موجود در آزمایشگاه‌های علوم دارویی و کاربرد آن‌ها را نام ببرد.
- ۲- نکات ضروری برای کار با دستگاه‌های چرخاننده، سونیکاتور، سانتریفوژ و الکتروفورز را توضیح دهد.
- ۳- موارد ایمنی مربوط به دستگاه رزونانس مغناطیسی هسته‌ای را بیان کند.
- ۴- ایمنی در کار با دستگاه‌های کروماتوگرافی را شرح دهد.

مقدمه

استفاده از دستگاه‌های مختلف در آزمایشگاه در کنار دانش و تجربه فردی برای پیشبرد فعالیت‌های تحقیقاتی امری اجتناب‌ناپذیر است. امروزه دستگاه‌های مختلف آزمایشگاهی جهت استفاده در زمینه‌های گوناگون پژوهش در علوم دارویی مورد استفاده دانشجویان و اساتید قرار دارد. همچنین واضح است که هر دستگاهی، خصوصیات ویژه خود را داراست و به همین دلیل و نیز استفاده روزافزون از تجهیزات آزمایشگاهی، دانستن ایمنی مربوط به هر کدام از آنها برای افراد استفاده‌کننده ضروری بنظر می‌رسد. با توجه به مشترک بودن بیشتر دستگاه‌های آزمایشگاهی مورد استفاده در فعالیت‌های تحقیقات علوم دارویی، در این فصل به بررسی چند دستگاه پرمصرف مشترک بین این فعالیت‌ها پرداخته خواهد شد.

۱-۵- اصول ایمنی کار با سانتریفوژ

استفاده و نگهداری نادرست سانتریفوژها^۱ می‌تواند خطرات شدیدی برای کاربران داشته باشد. چرخش‌های پرسرعت تولید شده توسط دستگاه می‌تواند در صورت بروز ریزش، نشتی و یا شکستگی لوله‌های سانتریفوژ، منجر به تولید و آزاد شدن مقادیر بالایی از آئروسول‌ها^۲ گردد. به همین علت دستورالعمل زیر برای جلوگیری از پخش آلودگی این قبیل دستگاه‌ها پیشنهاد می‌شود.

۱. Centrifuge

۲. Aerosol

۵۴..... فصل پنجم: کلیات ایمنی دستگاه
الف- لوله‌های شیشه‌ای و پلاستیکی را قبل از استفاده از نظر هرگونه ترک-
خوردگی احتمالی بررسی کنید. تا حد امکان از لوله‌های نشکن و پلاستیکی
استفاده شود.

ب- از پرکردن لوله‌ها تا حد سرریز شدن پرهیز کنید.

پ- از درپوش ایمنی برای بستن درب لوله‌ها استفاده کنید. هیچگاه از مواد
کم‌وزن مانند فویل آلومینیومی برای بستن سر لوله‌ها استفاده نشود.

ت- از تعادل وزنی دوطرف سانتریفوژ اطمینان کامل حاصل کنید.

ث- درب دستگاه را حین و بلافاصله پس از اتمام کار باز نکنید. از تلاش
برای نگهداشتن چرخش دستگاه با دست یا هر شیئی دیگری خودداری کنید.

ج- مایع رویی را به آرامی خارج کنید و از تکان دادن آن پرهیز نمایید.

این موارد برای بکارگیری از سانتریفوژهای معمول مورد استفاده در فعالیت-
های آزمایشگاهی تحقیقات علوم دارویی پیشنهاد شده است. اما در صورت
استفاده از سانتریفوژهای با سرعت بسیار بالا و یا سانتریفوژهایی با کارایی
بالا^۱، موارد زیر نیز به نکات قبل اضافه می‌شود:

چ- خروجی پمپ خلاء را به یک فضای باز وصل کنید.

ح- هر بار استفاده را به همراه سرعت و زمان استفاده از دستگاه در دفتر
مخصوص یا حافظه دستگاه وارد کنید.

خ- ترجیحاً از یک فیلتر HEPA بین دستگاه و پمپ خلاء استفاده نمایید.

۱. Ultracentrifuge

۲-۵- اصول ایمنی کار با دستگاه الکتروفورز

از دستگاه الکتروفورز^۱ برای جداسازی ذرات باردار بیولوژیک از قبیل پروتئین‌ها استفاده می‌شود. نکات زیر برای کار ایمن با این دستگاه پیشنهاد می‌شود.

الف- از بسته شدن صحیح اتصالات الکتریکی و قرارگیری دستگاه مطمئن شوید.

ب- دستگاه را بطور معمول از نظر صدمه و نشتی تانک بررسی کنید.

پ- دستگاه را در مکانی دور از تردد افراد و نیز دور از محیط‌های مرطوب مانند سینک ظرف‌شویی قرار دهید.

۳-۵- اصول ایمنی کار با حمام‌های حرارتی

در تعدادی از آزمایشات، لازم است برای تامین حرارت مناسب، مواد را در حمام‌های حرارتی^۲ با درجه حرارت ثابتی غوطه‌ور نمود. این دستگاه‌ها با مواد مختلفی مانند آب، پارافین و یا روغن سیلیکون پرمی‌شوند که قابلیت ایجاد گستره حرارتی تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد دارند. رعایت نکات زیر برای استفاده از این سری دستگاه‌ها مناسب است.

الف- دستگاه را بر سطحی پایدار و دور از هرگونه ماده قابل اشتعال مانند چوب قرار دهید.

ب- فقط پس از سرد شدن مایع داخل ظرف، دستگاه را جابجا کنید.

۱. Electrophoresis

۲. Heating baths

۵۶..... فصل پنجم: کلیات ایمنی دستگاه
پ- مطمئن شوید که ترموستات دستگاه بدرستی کار می کند. همیشه سیستم ترموستات را کمی پایین تر از نقطه جوش مایع قرار دهید.
ت- از یک دماسنج برای کنترل چشمی دما نیز استفاده کنید.
بیشترین نوع حمام‌های حرارت‌دهنده در آزمایشگاه‌ها، حمام آب داغ است که برای استفاده از آن باید علاوه بر نکات فوق، موارد زیر نیز مدنظر باشند:
ث- دستگاه را بطور منظم با یک ضدغفونی کننده مانند اسیدهای فنلی تمیز کنید.

ج- از بکاربردن آزید سدیم^۱ جهت جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها خودداری نمایید زیرا این ماده با بعضی از فلزات، محصول قابل انفجار می‌سازد.
چ- جهت آلودگی‌زدایی، هفته‌ای یک بار درجه حرارت دستگاه را به ۹۰ درجه سانتیگراد رسانده و به مدت ۳۰ دقیقه حرارت را در آن درجه ثابت نگه‌دارید.

۴-۵- اصول ایمنی کار با چرخاننده‌ها، مخلوط‌کننده‌ها و دستگاه

سونیکاتور

در صورت استفاده از مواد عفونی، دستگاه‌های مخلوط‌کننده مانند چرخاننده-ها^۲، هموژنایزر^۳ و سونیکاتور^۴، توانایی آزاد کردن مقادیر بالایی از آئروسول‌ها را دارند و تا حد امکان داخل کابینت‌های ایمن بیولوژیک^۵ قرار داده شوند.

۱. Sodium azide
۲. Shaker
۳. Homogenizer
۴. Sonicator
۵. Biological safety cabinet

همچنین این دستگاه‌ها قابلیت آزاد سازی بخارهای اشتغال‌پذیر را نیز دارا هستند. دستورالعمل زیر می‌تواند در کاهش خطرات ناشی از این دستگاه‌ها مفید باشد.

الف- انتخاب و خرید دستگاهی ایمن با کمترین نشتی

ب- انتخاب و خرید دستگاه مخلوط کننده با موتور غیرجرقه‌ای^۱

پ- بررسی بخش‌های مختلف دستگاه قبل از استفاده و کنار گذاشتن بخش‌های آسیب‌دیده

ت- بازکردن درب دستگاه یک دقیقه پس از پایان کار برای ته‌نشین شدن ذرات و جلوگیری از پرتاب آن به بیرون

ث- پوشاندن درب بالایی دستگاه با مواد ضدغفونی‌کننده در صورت استفاده از مواد زیستی خطرناک

ج- هنگام استفاده از سونیکاتور، نمونه را کاملاً به عمق آب دستگاه وارد کنید تا حداقل ذرات آئروسول تولیدشود

چ- آلودگی زدایی از سطوح در معرض تماس، بعد از پایان فرآیند لازم است.

۵-۵- اصول ایمنی کار با صفحات داغ و آون

از سطوح و یا صفحات داغ^۲ و آون^۳ در آزمایشگاه‌ها بیشتر برای آب‌گیری و خارج نمودن گاز از نمونه‌ها و خشک کردن ظروف شیشه‌ای استفاده می‌شود. برای کار ایمن با این تجهیزات، نکات زیر باید مدنظر قرار گیرد.

۱. Non- sparking motor

۲. Heating plates

۳. Oven

۵۸..... فصل پنجم: کلیات ایمنی دستگاه

الف- انتخاب و خرید دستگاهی که کمترین تماس بخارهای اشتعال پذیر با منبع گرما یا اجزاء جرقه زن دستگاه دارد

ب- قطع کار با دستگاهی که ترموستات و یا تنظیم کننده شعله آن درست کار نمی کند.

پ- خودداری از گرم کردن مواد سمی مگر زیر هود شیمیایی

ت- عدم استفاده از آون آزمایشگاهی برای تهیه و گرم کردن غذا

ث- شست و شوی ظرف شیشه‌ای که با یک حلال آلی شسته شده، با آب مقطر قبل از قراردادن در آون.

۶-۵- اصول ایمنی کار با طیف‌سنج جذب اتمی

طیف‌سنج جذب اتمی^۱ در فعالیت‌های تحقیقاتی مربوط به تعیین مقدار فلزات کاربرد گسترده‌ای دارد. تهیه نمونه جهت آنالیز توسط دستگاه معمولاً نیازمند استفاده از مواد قابل اشتعال، سمی و خورنده دارد که آشنایی با خصوصیات شیمیایی این مواد، قبل از ورود به پروسه ضروری است. دستگاه باید قادر باشد گازهای سمی، دود و بخارهای ناشی از فرآیند را به فضای آزاد خارج کند. از دیگر موارد ضروری هنگام کار با این دستگاه می‌توان به نکات زیر اشاره کرد.

الف- استفاده از عینک‌های ایمنی حین کار

ب- بررسی کارآیی سوزاننده^۲، تخلیه^۳ و سیستم‌های گازی قبل از استفاده

پ- بازرسی منظم سیستم تخلیه

۱. Atomic absorption spectrometer

۲. Burner

۳. Drain

- ت- خنک کردن سر سوزاننده با هوای اتاق قبل از استفاده
- ث- در دسترس بودن کپسول آتش نشانی
- ج- نگاه نکردن به شعله هنگام انجام فرآیند مگر با عینک ایمنی
- چ- استفاده و حذف لامپ‌های کاتدی^۱ با دقت و احتیاط فراوان (لامپ‌های کاتدی در شرایط فشار منفی قرار دارند).

۷-۵- اصول ایمنی کار با طیف‌سنج جرمی

طیف‌سنج جرمی^۲ نیازمند استفاده از گازهای فشرده قابل اشتعال و مواد شیمیایی سمی است که قبل از استفاده باید با خصوصیات آن‌ها آشنایی کافی بدست‌آورد. برخی احتیاط‌ها در کار با این دستگاه وجود دارد که به آن‌ها اشاره می‌شود.

- الف- خودداری از تماس با بخش‌های گرم دستگاه هنگام کار
- ب- بررسی گاز، پمپ، لوله خروجی و تخلیه دستگاه قبل از شروع به کار
- پ- اطمینان از راه داشتن پمپ‌ها به فضای آزاد خارج از آزمایشگاه
- ت- روغن پمپ مصرف‌شده ممکن است حاوی مقادیر کمی از مواد مورد آنالیز باشد و باید آن را به عنوان پسماند خطرناک محسوب نمود.

۸-۵- اصول ایمنی کار با دستگاه کروماتوگرافی گازی

کروماتوگرافی گازی نیازمند استفاده از گازهای فشرده و مواد شیمیایی سمی قابل اشتعال است که قبل از استفاده باید با خصوصیات آن‌ها آشنایی کافی

۱. Cathod lamps

۲. Mass Spectrometer (MS)

۶۰..... فصل پنجم: کلیات ایمنی دستگاه
بدست آید. برخی احتیاطها در کار با این دستگاه وجود دارد که به آنها اشاره
می شود.

الف- بازرسی دوره‌ای و انجام تست‌های نشت در دریچه‌ها، محل‌های جفت-
شدن و لوله‌های سیستم نمونه‌برداری

ب- پیروی از دستورالعمل شرکت سازنده هنگام نصب ستون‌ها. ستون‌های
شیشه‌ای و موئین شکننده هستند و هنگام نصب، بریدن یا استفاده از آنها
باید از عینک ایمنی استفاده کرد

پ- خاموش کردن دستگاه و اجازه‌دادن به سیستم داخلی مانند آون و ردیاب
برای خنک شدن قبل از تماس با آنها

ت- خاموش کردن دستگاه و از برق کشیدن به منظور جلوگیری از شوک
الکتریکی

ث- خاموش کردن منبع گاز هیدروژن در هنگام تعویض ستون یا سرویس
دستگاه

ج- اندازه‌گیری جداگانه مقدار گاز هیدروژن و هوا هنگام تعیین سرعت
جریان گاز

چ- انجام یک تست نشت رادیواکتیو هر ۶ ماه برای ردیاب جذب الکترون^۱

ح- اطمینان از تخلیه گازهای ناشی از ردیاب جذب الکترون به فضای آزاد

خ- استفاده از گاز هلیوم یا نیتروژن (و نه هیدروژن)، برای سامان دادن یک
تله شیمیایی^۲

۱. Electron Capture Detector (ECD)

۲. Chemical trap

۹-۵- اصول ایمینی کار با دستگاه رزونانس مغناطیسی هسته‌ای

دستگاه‌های شناسایی ساختار مواد شیمیایی برپایه رزونانس مغناطیسی هسته‌ای^۱ از منابع اصلی تولید امواج مغناطیسی در تحقیقات علوم دارویی محسوب می‌شوند. اگرچه بنظر می‌رسد که میدان مغناطیسی استاتیک، به تنهایی، در داخل بدن دارای اثرات زیان‌باری نیست ولی جریان الکتریکی که بر اثر حرکت در میدان مغناطیسی در درون بدن ایجاد می‌شود، احتمالاً می‌تواند اثرهای زیان‌آوری روی بدن داشته‌باشد.

در سال‌های اخیر، بررسی اثرات درازمدت میدان‌های مغناطیسی، پیشرفت‌های زیادی داشته‌است. با این که به نظر می‌رسد میدان مغناطیسی، حتی نوع شدید آن، یک عامل جهش‌زا نیست؛ اما ممکن است زمینه‌های بروز آن را فراهم کند. به همین دلیل شرایط و قوانینی برای کار با این سری از دستگاه‌ها وجود دارد که در زیر آمده است.

هیچ جسم فلزی مغناطیس‌شونده‌ای مانند آهن و نیکل را نباید تا شعاع ۳ متری از یک آهنربای فوق‌هادی قرارداد. از حمل مایعات سرمازا در ظروف فلزی مغناطیس‌شونده، در نزدیک یک آهنربای قوی باید اجتناب شود؛ برای این کار می‌توان از فلزاتی که میدان بر آن‌ها تأثیری ندارد مانند آلومینیوم و یا فولاد استفاده کرد. در چنین میدانی، استفاده از ابزار فلزی مانند ساعت و کارت‌های خودپرداز بانک نیز ممنوع است. ورود افرادی که از سیستم‌های ضربان‌ساز قلبی استفاده می‌کنند، به اتاقی که آهنربا قرار دارد، همچنین در اطراف محلی که آهنربای قوی با میدان بیشتر از ۹ تسلا قرارداد ممنوع است.

۱. Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

۶۲..... فصل پنجم: کلیات ایمنی دستگاه
برای افرادی که پروتز فلزی استفاده می‌کنند، نزدیک شدن به این دستگاه‌ها با
فاصله کمتر از ۳ متر خطرناک است.

۱۰-۵- اصول ایمنی کار با دستگاه کروماتوگرافی مایع با

کارآرایی بالا

در کروماتوگرافی مایع با کارآرایی بالا^۱، گاهی اوقات از مواد شیمیایی سمی و
یا قابل اشتعال (از قبیل استونیتریل، متانول و غیره) استفاده می‌شود که قبل از
استفاده باید با خصوصیات آن‌ها آشنایی کافی داشته باشیم. برخی احتیاط‌ها
در کار با این دستگاه وجود دارد که به آن‌ها اشاره می‌شود.

الف- بازرسی منظم سیستم تخلیه و خالی کردن مکرر ظرف پسماند در
صورت استفاده از حلال‌های آلی

ب- اطمینان از تخلیه شدن ظروف نهایی جمع‌آوری پسماند

پ- عدم استفاده از حلال‌های با درجه خوداشتعالی^۲ زیر ۱۱۰ درجه
سانتیگراد

ت- اطمینان از استفاده ظروف با دیواره قطور در صورت کاربرد خلاء برای
گرفتن گاز حلال^۳

ث- تمیز نکردن سلول جریان^۴ با عبور پرفشار حلال از سرنگ. سرنگ تحت
فشار نشت می‌کند یا تخریب می‌شود که نتیجه آن ریختن محتویات سرنگ
است

۱. High Pressure (Performance) Liquid Chromatography (HPLC)

۲. Autoignition

۳. Solvent degasing

۴. Flowcell

ج- خاموش کردن دستگاه و از برق کشیدن آن هنگام انجام عملیات نگهداری^۱
پمپ، به علت وجود ولتاژ بالا در قسمت‌های درونی پمپ
ج- خاموش کردن و اجازه دادن به دستگاه برای رسیدن به فشار محیط قبل
از آغاز عملیات نگهداری.

۱۱-۵- اصول ایمنی کار با دستگاه کروماتوگرافی گازی /

طیف‌سنج جرمی

کروماتوگرافی گازی / طیف‌سنج جرمی^۲، نیازمند استفاده از گازهای فشرده
(نیتروژن) و مواد شیمیایی سمی قابل اشتعال است که قبل از استفاده باید با
خصوصیات آن‌ها آشنایی کافی بدست آید. برخی احتیاط‌ها در کار با این
دستگاه وجود دارد که به آن‌ها اشاره می‌شود.

الف- بررسی گاز، خروجی پمپ و سیستم تخلیه قبل از شروع به کار با
دستگاه

ب- آزمون کلید فشار^۳ برای خط خروجی^۴ قبل از هر بار استفاده

پ- اطمینان از تخلیه پمپ‌ها به فضای خارج آزمایشگاه.

۱. Maintenance procedure

۲. Gas Chromatography/ Mass Spectrometer (LC/ MS)

۳. Switch pressure

۴. Exhaust line

منابع فصل پنجم

- *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 Procedures and Safety Manual*. Ottawa : University of Ottawa; Canada; ۲۰۰۳.

(<http://www.uottawa.ca/services/ehss/labsafety.html>, accessed June ۱, ۲۰۱۱).

- Furr AK. *CRC Handbook of Laboratory Safety*. ۵th edition., New York : CRC press LLC, USA; ۲۰۰۰.

- 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.