

## دستورالعمل الزامات ایمنی و بهداشت در آزمایشگاه

آزمایشگاه ها باید خود را با استانداردها و الزامات مربوطه منطبق سازند. رعایت اصول ایمنی در آزمایشگاه از الزامات اولیه می باشد. اصول زیر در مورد حفظ ایمنی کارکنان، مراجعه کنندگان و جامعه می بایست در آزمایشگاه رعایت گردد. دستورالعمل " اصول کلی حفاظت و پیشگیری از آلودگی کارکنان و محیط آزمایشگاه" و نمونه ای از دستورالعمل های مختلف دیگر نیز ضمیمه می باشد.

### ۱- تعیین مسئول ایمنی و بهداشت:

مسئول آزمایشگاه موظف است در آزمایشگاه فرد مشخصی که آگاه به امور فنی باشد، به عنوان مسئول ایمنی (Safety Officer) انتخاب و معرفی نموده و وظایف و حدود اختیارات او را مکتوب و ابلاغ نماید. جایگاه مسئول ایمنی باید در نمودار سازمانی آزمایشگاه مشخص باشد. مسئول کلیه امور مربوط به ایمنی اشاره شده در زیر ، مسئول ایمنی آزمایشگاه می باشد.

در خصوص مراکز تحقیقات می توان یک نفر را عنوان مسئول ایمنی مرکز تحقیقات معرفی نمود و برای هر آزمایشگاه مسئول ایمنی مشخص گردد.

### ۲- مستندسازی

دستورالعمل های زیر باید مکتوب شود و بعنوان بخشی از مستندات الزامی آزمایشگاه، هر زمان قابل ارائه باشد:

- دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان در محیط آزمایشگاه.
- دستورالعمل نحوه سترون سازی، نحوه شستشو لوازم شیشه ای و نظافت محیط و سطوح کاری.
- دستورالعمل دفع پسماند ها
- ثبت، گزارش و پیگیری حوادث مخاطره آمیز نظیر فرورفتن سوزن، ریختن و پاشیدن مواد شیمیایی، مواد آلوده و نگهداری سوابق مربوطه. جهت سهولت ثبت این موارد می توان فرم های مخصوص طراحی نمود.

### ۳- آموزش کارکنان

مسئول آموزش کارکنان در خصوص ملاحظات ایمنی و مفاد مندرج در دستورالعمل های مرتبط با حفاظت و ایمنی، تحت نظارت مسئول آزمایشگاه، به عهده مسئول ایمنی و بهداشت می باشد. ارزیابی اثربخشی بودن آموزش ها و رعایت الزامات آموزش داده شده بر عهده مسئول ایمنی و بهداشت است. سوابق مربوط به آموزش های انجام شده باید حفظ گردد.

### ۴- ایمنی کارکنان

- همه کارکنان آزمایشگاه در محیط انجام کار فنی بایدروپوش سفید به تن داشته باشند.
- باید وسایل حفاظت فردی اولیه مانند دستکش لاتکس، ماسک، و وسایل کمکی جهت برداشت مایعات توسط پیت، در آزمایشگاه در دسترس بوده و مورد استفاده قرار گیرد.
- سایر وسایل حفاظت فردی مانند عینک ایمنی، حفاظ صورت، گان و تجهیزاتی مانند دوش اضطراری و دستگاه چشم شویی باید در آزمایشگاه وجود داشته و در موارد ضروری در دسترس کارکنان باشد.
- کارکنان باید با روش صحیح شستشو دست آشنا بوده و آن را بکار ببندند.
- کارکنان مسئول شستشو در آزمایشگاه هنگام کار باید از دستکش ضخیم، پیش بند و ماسک استفاده نموده و هنگام برس زدن لوله ها حتما از عینک استفاده نمایند.

### ۵- شستشو، سترون سازی و ضد عفونی کردن در آزمایشگاه

- دستورالعمل مکتوب شده در این خصوص باید توسط مسئول ایمنی بهداشت به کارکنان شستشو و نظافت آموزش داده شده و بر رعایت آن نظارت گردد.
- مسئول ایمنی باید از انتخاب ماده ضد عفونی کننده مناسب و کیفیت مواد فوق (از طریق آزمایش در آزمایشگاه و یا خرید آن تامین کنندگان مورد تایید) اطمینان حاصل نماید.
- باید همیشه صابون مایع و مواد ضد عفونی کننده مناسب در آزمایشگاه موجود بوده و در دسترس کارکنان قرار گیرد.

## ۶- دفع پسماند های آزمایشگاهی

- چگونگی امحاء نمونه ها و همچنین نحوه امحاء مواد و وسایل انجام آزمایش، پس از اتمام کار، باید مشخص و مکتوب گردد
- بمنظور حفظ سلامت افراد و جلوگیری از اثرات زیان آور پسماندهای آزمایشگاهی باید دستورالعمل ویژه ای در مورد مدیریت پسماند آزمایشگاهی مکتوب شده و جزو مستندات آزمایشگاه قابل ارائه باشد. مدیریت ایمن و صحیح پسماند ها در مراحل جداسازی، بی خطر سازی، جمع آوری، بسته بندی، حمل و نقل و دفع پسماند می بایست اعمال گردد.
- پسماند هایی که در آزمایشگاه تولید می شود شامل موارد زیر می باشند:
  - ✓ پسماندهای عادی و غیر آلوده
  - ✓ پسماندهای عفونی مانند سرم و سایر مایعات بدن، کشت های میکروبی و غیره
  - ✓ پسماندهای تیز و برنده مانند سرسوزن، تیغه اسکالپل، شیشه های شکسته، سرسمپلر و غیره
  - ✓ پسماندهای شیمیایی شامل انواع مواد و معرف های آزمایشگاهی (کیت های مورد استفاده)
  - ✓ پسماندهای آسیب شناسی تشریحی و بافت شناسی
  - ✓ پسماندهای پرتوزا
- باید پسماندهای عادی و غیر آلوده را در محل تولید از پسماند آزمایشگاهی جداسازی نمود. دفع پسماندهای عادی و غیر آلوده مانند پسماندهای خانگی انجام می شود.
- وسایلی که پس از سترون سازی دوباره وارد چرخه کاری می گردند که در کیسه های مخصوص اتوکلاو و جددا از وسایلی که پس از سترون سازی دفع می گردند، قرار داده شوند.
- کلیه پسماندهای عفونی باید ابتدا اتوکلاو شده و سپس به طریق بهداشتی دفع گردد.
- فور و اتوکلاو باید عملکرد مطلوب داشته باشد. جهت بررسی صحت عملکرد اتوکلاو باید از اندیکاتورهای شیمیایی و بیولوژیک استفاده نمود و مستندات کنترل کیفی باید موجود باشد.
- پسماندهای تیز و برنده مانند سرسوزن، وسایل شیشه ای شکسته، تیغ اسکالپل، نوک سمپلر و غیره در ظروف ایمن (Safety Box) قرار گرفته و زمانی که سه چهارم محفظه پر شد، اتوکلاو شده و سپس به طریق بهداشتی دفع گردند.
- هنگام جمع آوری و دفع پسماندها باید از وسایل و پوشش حفاظتی لازم استفاده شود.

- تمامی مراحل جمع آوری و حمل و نقل کیسه های پسماندها باید با دست انجام پذیرد، زیرا استفاده از وسایل مکانیکی سبب پاره شدن کیسه ها و ترشح و پاشیدن مواد آلوده می گردد. سطل های محتوی کیسه های پسماند برای اجتناب از واژگونی باید توسط گاری چرخدار جابجا شود.
- جمع آوری و دفع پسماندها باید طبق برنامه زمانبندی مشخص و متناسب با میزان تولید پسماند بوده و حداقل به طور روزانه انجام پذیرد.

## ۷- واکسیناسیون کارکنان

- قبل از شروع بکار، باید ایمنی کارکنان در برابر میکروارگانیزم هایی که احتمال مواجهه با آن ها وجود دارد، بویژه در مورد هپاتیت B، هپاتیت C و HIV ارزیابی شده و سوابق آن موجود باشد.
- چنانچه سابقه مستند از واکسیناسیون قبلی فرد برای هپاتیت B موجود نبود، ابتدا آنتی بادی هپاتیت B اندازه گیری می شود، در صورت ایمن نبودن فرد، واکسیناسیون انجام شده و ۲-۳ ماه بعد از انجام واکسیناسیون جهت حصول اطمینان از موثر بودن برنامه، مجدداً آنتی بادی هپاتیت B مورد ارزیابی قرار گیرد.
- بررسی کارکنان از نظر مصونیت یا لزوم انجام واکسیناسیون در برابر میکروارگانیزم های خاص مولد بیماری هایی مثل دیفتری، سرخک، سرخجه و ... برای افرادی که در آزمایشگاه های تحقیقاتی مربوطه کار می کنند الزامی است.
- باید مکان هایی که با میکروارگانیزم های پرخطر مانند مایکوباکتریوم توبرکولوزیس، بروسلا، قارچ ها و غیره کار می شود، از هود های ایمنی بیولوژیک کلاس II استفاده شود.

## نمونه هایی از دستورالعمل های ضد عفونی و شستشو در آزمایشگاه

### دستورالعمل نحوه ضد عفونی در موارد ریختن و یا شکستن ظروف محتوی مواد آلوده

- نفس خود را تا زمان خروج از محل نگه دارید.
- لباس ها و پوشش های محافظتی را بپوشید.
- مدتی صبر کنید آئروسل ها ته نشین حاصل کنند (حداقل ۱۵ دقیقه).
- محل را با حوله کاغذی و یا تنظیف بپوشانید.
- محلول ضد عفونی کننده مناسب را به آرامی در محل بریزید.
- مدتی صبر نمایید ( بسته به نوع محلول).
- بوسیله پنس و یا فور سپس پارچه و قطعات شیشه را در داخل ظروف ایمن (Safety Box) قرار دهید. سپس محل را تمیز نموده و در صورت لزوم مجدداً با ماده ضد عفونی عمل فوق را تکرار نمایید.

### دستورالعمل نحوه ضد عفونی نمودن کف، سطوح و وسایل آزمایشگاه

- جهت نظافت کف آزمایشگاه می توان از رقت 1:50 محلول سفیدکننده خانگی به شرط اینکه دارای کلر فعال ۵٪ باشد، و یا از محلول های تجاری استفاده نمود.
- جهت ضد عفونی نمودن سطوح می توان از رقت 1:10 محلول سفید کننده خانگی به شرط اینکه دارای کلر فعال ۵٪ باشد، و یا از محلول های تجاری استفاده نمود.
- جهت ضد عفونی نمودن وسایل قبل از سرویس یا تعمیر آن ها در داخل آزمایشگاه و یا قبل از ارسال آن ها به خارج از آزمایشگاه می توان از محلول ۷۰٪ و یا محلول های تجاری استفاده نمود.

## دستورالعمل نحوه شستشوی لوازم شیشه ای

- باید بلافاصله بعد از استفاده از وسایل شیشه ای، آن ها را با آب لوله کشی کامل شستشو داد.
- بدیهی است که باید همیشه در ابتدا وسایل آلوده را قبل از شستشو، ضدعفونی نمود.
- ترکیبات قلیایی موجود در سطح وسایل شیشه ای آغشته به سود، باید با قرار دادن آن ها در محلول اسیدکلریدریک ۵٪ خنثی گردد و سپس چند مرتبه با آب لوله کشی و در انتها با آب مقطر آب کشی شود.
- وسایل شیشه ای نو که برای اولین بار مورد استفاده قرار می گیرند، باید با شوینده ها شستشو داده شده و سپس با آب لوله کشی آبکشی شوند.
- جهت خنثی نمودن ترکیبات قلیایی که روی ظروف شیشه ای نو وجود دارد، باید آن ها را در اسیدکلریدریک ۱٪ به مدت چندین ساعت قرار داده و سپس آن ها را کامل با آب معمولی و آب مقطر آبکشی نموده و جهت خشک کردن در فور قرار داد. جهت کنترل و اطمینان از خنثی شدن مواد قلیایی آزاد و موجود بر روی شیشه، وسایل شیشه ای را در آب مقطر خنثی اتوکلاو کرده و سپس pH آب را اندازه گیری نمود. اگر به علت وجود مواد قلیایی، pH آب بالا بود دوباره وسایل در محلول اسید کلریدریک قرار داده می شوند.
- اگر بعد از چند مرتبه شستشو و کنترل آن، باز هم مواد قلیایی آزاد شده وجود داشت، آن وسایل می بایست دور ریخته شوند و مورد استفاده قرار نگیرند.

## شستشوی وسایل شیشه ای با شوینده ها

هنگام استفاده از شوینده ها مانند مایع ظرفشویی جهت شستشو وسایل شیشه ای باید به نکات زیر توجه کرد:

- تمام وسایل شیشه ای را باید بطور کامل در آب سرد لوله کشی قرار داد.
- سپس وسایل فوق را در محلول شوینده قرار داده شده و کامل به آن برس کشیده شود.
- سپس وسایل را با آب لوله کشی جاری کامل شستشو داد.
- پس از شستشو با آب لوله کشی، سه مرتبه با آب مقطر آبکشی گردد. (در هر سری آبکشی از آب مقطر تازه استفاده شود)
- به منظور گرفتن آب اضافه وسایل، آن ها را در فور خشک گردند.

- وسایل شیشه ای را بطور روزانه وارونه داخل سبدهای فلزی گذاشته و ته سبدها چندین لایه کاغذ خشک کن ضخیم گذاشته شود.

#### روش شستشوی پیپت

- پیپت ها را به مدت یک شب در محلول تمیز کننده قرار دهید.
- سپس آن ها را کامل با آب لوله کشی شستشو دهید. ترجیحا آن ها را یک شب در آب قرار داده سپس با آب مقطر آبکشی کنید. ( می توان از وسایل مخصوصی که جهت شستشوی پیپت وجود دارد، استفاده نمود که در این حالت ابتدا با آب لوله کشی و سپس دو یا سه بار با آب مقطر داغ عمل شستشو انجام می شود )
- خشک کردن پیپت ها را با کشیدن و خالی کردن حجم کمی استون و هوا به تناوب و بصورت پی در پی انجام دهید ( می توان از وسایل پیپت خشک کن برقی که ایجاد حرارت می نمایند، استفاده نمود).
- قسمت بیرونی پیپت ها را باید با پارچه تمیز خشک نمایید.
- جهت جلوگیری از شکستن پیپت ها، آن ها را در ظروف مخصوصی که با اندازه های مختلفی (جهت پیپت های با حجم های مختلف) وجود دارد، قرار دهید.
- فوراً بعد از استفاده پیپت ها، باید آن ها را با آب لوله کشی آبکشی نمایید . مخصوصاً زمانی که با آن ها مایعات پروتئینی مانند خون کشیده، می توان جهت تمیز نمودن آن ها را در محلول غلیظ هیدروکسید سدیم (سود سوزآور) قرار داد. اما باید توجه نمود که مدت زمان تماس با این ماده خیلی کم باشد چون مواد قلیایی شیشه را حل می کنند و ممکن است سبب ایجاد تغییراتی در حجم برداشتی گردد.
- پیپت های که جهت تهیه رنگ مورد استفاده قرار می گیرند، باید بلافاصله با اسید کلریدریک شسته شوند. در صورت کشیدن مواد آلوده با این وسایل، باید آن ها را بلافاصله در یک محلول ضد عفونی کننده قرار داد. (جهت ضد عفونی می توان از محلول هیپوکلریت سدیم به میزان ۵ گرم در لیتر و یا ۵,۷ گرم درصد و یا هرگونه محلول سفیدکننده خانگی که نسبت ۱:۱۰ رقیق شده باشد، استفاده نمود).

شستشو پلیت و لوله های حاوی محیط های کشت آلوده که مجددا وارد چرخه کاری می شوند  
این وسایل را باید ابتدا اتوکلاو نمود و سپس باقی مانده مواد موجود در آن ها را کامل شسته و بقیه  
مراحل شستشو مانند روش ذکر شده در بالا (شستشو با شوینده) ادامه داد.

#### روش ضدعفونی نمودن و استریل کردن وسایل شیشه ای

کلیه وسایل آلوده حداقل به مدت ۳۰ دقیقه در محلول سفیدکننده خانگی (حاوی کلر) با رقت ۱:۱۰ تهیه  
شده با آب معمولی قرار داده و سپس طبق دستورالعمل شستشو، شسته و جهت اطمینان خاطر در فور با  
درجه حرارت °C ۱۸۰-۱۶۰ به مدت ۲ تا ۴ ساعت قرار می دهیم تا استریل گردد.

#### اسید شوی کردن وسایل به روش صحیح

اسید کلریدریک ۱۲ نرمال را به نسبت ۱:۳ رقیق می نماییم. وسایل یک روز در محلول فوق قرار می  
گیرد سپس ۳ مرتبه با آب مقطر آب کشی می گردند.



## اصول کلی حفاظت و پیشگیری از آلودگی کارکنان و محیط آزمایشگاه

در آزمایشگاه انواع عوامل بیماریزای بیولوژیک با منشاء خون، مایعات بدن و غیره وجود داشته و همچنین در محیط آن خطراتی مانند مواد عفونی، مواد رادیواکتیو، مواد شیمیایی، جریان الکتریسیته، وسایل مکانیکی، مواد آتش زاء، مواد سرطان زاء، پسماند خطرناک و غیره موجود بوده که در صورت عدم رعایت صحیح اصول ایمنی می تواند سلامت را تهدید نماید. بنابراین اجرای برنامه دارای اهمیت ویژه ای می باشد.

در طراحی فضای آزمایشگاه ها، علاوه بر وسعت کاری، بررسی و تعیین تعداد و ابعاد تجهیزات و نیز نیروی کاری مورد نیاز، به این موضوع باید توجه نمود که یک محیط کاری ایمن در ارتباط با محیط های اداری و عمومی ایجاد شود که خطر سرایت عوامل بیماریزا را به اجتماع محدود نماید.

از آنجا که آزمایشگاه های داخل بیمارستان، دانشگاه، مرکز تحقیقات و غیره قرار دارند، در طراحی فضاها باید توجه گردد که به علت ورود و مراجعه دانشجو، محقق، و غیره به آزمایشگاه باید بخش های اداری کامل از بخش های آزمایشگاهی مجزا باشد و افراد برای دسترسی به این نواحی، مجبور نباشند از بخش های دیگر عبور نمایند. همچنین باید محل پذیرش و نمونه گیری در فضای کامل جدا در نظر گرفته شده و فضای آبدارخانه نیز با فاصله مناسب از قسمت های آزمایشگاهی قرار داشته باشد.

### اصول مهم:

باید کارکنانی که در این سیستم کار می کنند تمامی نمونه های ارسالی را آلوده به ویروس HIV یا دیگر عوامل بیماریزا با منشاء خونی هستند، فرض کنند.

### استعمال دخانیات:

در تمامی بخش های آزمایشگاه استعمال دخانیات (سیگار، پپ و غیره) ممنوع می باشد. این مواد می توانند عامل مهمی جهت ایجاد آتش سوزی در ارتباط با حلال های قابل اشتعال باشند. همچنین انتقال آن ها از میز کار به دهان می تواند به عنوان مخزنی جهت انتقال میکروارگانیسم ها و توکسین ها عمل نماید.

## تماس دست:

باید از تماس دست با صورت، چشم، گوش، بینی و غیره خودداری کرد. همچنین باید از فروبردن قلم در دهان، جویدن ناخن و نیز آدامس خودداری نمود.

## خوردن غذا، آشامیدنی ها و غیره:

باید در تمامی بخش های آزمایشگاه (مکان های که پوشیدن روپوش الزامی است) از غذا خوردن، آشامیدن و یا انجام سایر اعمالی که سبب تماس دست با دهان می گردد، اجتناب نمود.

نمونه های ( خون، ادرار، مدفوع، خلط و ...) می تواند حامل بسیاری از عوامل بیماریزا باشد. این مواد که روزانه در بخش های مختلف آزمایشگاه جابجا می گردند و بعضی مواقع در یخچال های آزمایشگاه نگهداری می شوند، به عنوان یک منبع مهم آلودگی غذا و آشامیدنی ها تلقی می گردند.

به هیچ وجه نباید مواد غذایی را در یخچال بخش های آزمایشگاه نگهداری نمود.

باید یخچال های مخصوص مواد غذایی را در فضای آبدارخانه قرار داد. تنها با این روش می توان مطمئن شد که مواد غذایی با نمونه های آزمایشگاهی در یک یخچال نگهداری نمی شوند.

## استفاده از دستکش:

باید همیشه دستکش در اندازه های متفاوت و از مواد مناسب و مرغوب، در تمام بخش های در دسترس باشد. دستکش هایی از جنس لاتکس، نیتریل و یا وینیل، محافظت کافی می نماید. دستکش هایی که از جنس لاتکس یا وینیل نازک شده باشد، محافظت کافی را در مقابل سوراخ شدن بوسیله وسایل تیز، ایجاد نمی نمایند. دستکش ها باید در اندازه های تا مچ، آرنج و شانه در دسترس باشند.

نباید دستکش ها را هنگام انجام کار تعویض نمود بلکه باید بعد از اتمام کار این عمل را انجام داد (مگر اینکه آسیبی در آن ها ایجاد گردد). کارکنان آزمایشگاه باید اقدامات حفاظتی لازم را جهت جلوگیری از آلودگی محیط و پوست را در مورد دستکش های آلوده انجام دهند.

جهت اهداف مختلف باید از دستکش های متفاوتی استفاده نمود، شامل:

- ✓ دستکش های لاستیکی یا چرمی که در هنگام کارهای سنگین، سروکار داشتن با وسایل داغ و یا هنگام خالی کردن محفظه های محتوی مواد خطرناک استفاده می شود.
  - ✓ دستکش های خانگی که جهت تمیز نمودن، شستن وسایل شیشه ای و ضدعفونی کردن مورد استفاده قرار می گیرند.
  - ✓ دستکش های جراحی (لاتکس) که در مواقع کار با خون، مواد خطرناک و ... استفاده می شود.
  - ✓ دستکش های پلاستیکی یکبار مصرف که در مواقع اضطراری مورد استفاده قرار می گیرد (این گونه دستکش ها هیچگونه نقش حفاظتی را در مقابل میکروارگانیسم ها ایجاد نمی کنند).
- دستکش ها نباید شسته شده و مجددا مورد استفاده قرار گیرند، زیرا از کیفیت و میزان نقش حفاظتی آن ها کاسته می شود. اگر دستکش ها جهت استفاده مجدد با مواد شوینده یا مواد ضدعفونی کننده شسته شوند، ممکن است مواد شوینده سبب افزایش نفوذ مایعات از طریق سوراخ های نامرئی شده و یا مواد ضد عفونی باعث خراب شدن دستکش ها گردد. حلال های آلی سریعاً سبب آسیب دیدن دستکش های لاتکس گردیده و بعضی از حلال ها، دستکش های وینیلی را حل می نماید.
- می توان دستکش هایی مانند دستکش های خانگی را که استفاده عمومی داشته و ممکن است در تماس با خون بوده و یا جهت تمیز کردن و آلودگی زدایی بکار بروند، ضدعفونی و مجدداً استفاده نمود اما اگر بریدگی، سوراخ یا بدرنگی در آن ها مشاهده گردید، باید دور انداخته شوند.
- دستکش ها را باید بعد از پوشیدن و قبل از کار از نظر نقایص مرئی بررسی نمود.
- گرچه بیشتر کارکنان آزمایشگاه از دستکش های لاتکس استفاده می کنند ولی حدود ۶ تا ۱۷٪ افراد ممکن است به لاتکس حساسیت داشته باشند که درماتیت های تماسی آلرژیک در نتیجه وجود مواد شیمیایی موجود در طی مراحل تولید لاتکس یا مواد دیگر دستکش ها دیده می شود. استفاده از دستکش های نخی و یا دستکش های بدون مواد شیمیایی معمولاً از بروز درماتیت های آلرژیک جلوگیری می کند. جهت جلوگیری از تماس با پروتئین های لاتکس بایداز دستکش های حاوی پروتئین کم، دستکش های بدون پودر و یا دستکش های ساخته شده از جنس نیتریل، پلی اتیلن و یا مواد دیگر استفاده نمود.

استفاده از دستکش در موارد زیر الزامی است:

هنگام نمونه گیری، نقل و انتقال نمونه ها و انجام مراحل آزمایش و همچنین زمانی که دست ها با مواد آلوده، سطوح آلوده و یا وسایل آلوده در تماس هستند و نیز در موارد تماس با بافت، خون، سرم، پلاسما، مایع آمنیوتیک، مایع نخاع، ترشحات واژن، مایع منی، مایع حاصل از شستشوی برنش، مایع سینوویال، جنب، پريتوان، پريكارد، شیر پستان و یا دیگر مایعات بدن که ممکن است با خون آلوده شوند، باید از دستکش استفاده نمود.

طبق توصیه<sup>1</sup> CDC باید در موارد تماس با نواحی از بدن بیمار که بطور طبیعی استریل هستند، از دستکش استریل استفاده نمود. در مواقع تماس با مخاط و یا فعالیت های آزمایشگاهی، استفاده از دستکش استریل ضرورتی ندارد. همچنین در فواصل تماس با بیمار جدید باید دستکش ها تعویض گردند.

عدم قرار دادن درپوش سرسوزن روی آن:

به هیچ وجه نباید بوسیله دست، سوزن های استفاده شده از سرنگ یکبار مصرف جدا گردد و یا در پوش سرسوزن روی آن قرار گیرد. در مواقعی که ناگزیر به انجام این کار شدید، باید درپوش را روی سطح قرار داده و با کمک دست این کار را انجام دهید.

برداشت مایعات با پیپت:

هرگز عمل برداشت مایعات با پیپت را بوسیله دهان انجام ندهید. در این مورد در رابطه با اهداف مختلف، وسایل متفاوتی جهت برداشت مایعات بوسیله پیپت وجود دارد. همچنین نباید قطرات انتهایی نمونه با فشار زیاد خارج شود زیرا ممکن است باعث ایجاد قطرات بسیار ریز یا آئروسل گردد.

---

<sup>1</sup> Central for Disease Control & Prevention (USA)

## شستشوی دست:

مهمترین اقدام پیشگیرانه و ایمنی، شستشوی مکرر دست می باشد که باید همیشه صابون (ترجیحا صابون مایع) و مواد ضدعفونی کننده جهت تمیز نمودن پوست در دسترس کارکنان قرار گیرد.

شستشو دست ها در موارد زیر الزامی است:

- ✓ فوراً بعد از تماس اتفاقی پوست با خون، مایعات بدن و یا بافت ها باید دست ها یا دیگر نواحی پوست کامل ضد عفونی و شسته شوند. اگر تماسی با مواد آلوده از طریق پاره شدن دستکش ها بوجود آید، باید بلافاصله دستکش ها را بیرون آورده و دست ها را کامل شست.
  - ✓ قبل و بعد از تماس با بیماران و یا تماس با نمونه های آزمایشگاهی
  - ✓ بعد از اتمام کار و قبل از ترک آزمایشگاه
  - ✓ بعد از در آوردن دستکش ها و یا قبل از آنکه دستکش جدیدی پوشیده شود.
- باید قبل از خوردن، آشامیدن، سیگار کشیدن، آرایش کردن، تعویض لنزهای تماسی چشمی و قبل و بعد از توالت رفتن دست ها را شست. همچنین قبل از هرگونه فعالیتی که در آن دست با مخاط چشم ها یا خراش های پوستی در تماس کامل است، شستشو دست با آب جاری و صابون توصیه می گردد. به هر حال استفاده از هر ماده شوینده استاندارد قابل قبول می باشد. در مناطقی که دسترسی به آب امکان پذیر نیست، می توان از ژل های مایع دارای پایه الکل استفاده نمود . می توان دست ها را با دستمال کاغذی تمیز کرده و سپس آن ها را با کف های تمیز کننده شست. نباید از محصولات صابونی که ممکن است سلامت پوست را به خطر بیندازد، استفاده نمود. استفاده از یک کرم دست مرطوب کننده، ممکن است التهاب پوست را که بوسیله شستشوی مکرر دست ایجاد شده، کاهش دهد.
- باید توجه نمود که بریدگی ها، زخم ها و جراحات پوستی (اگزما) با پانسمان غیر قابل نفوذ به آب پوشانده شوند.

### شستشوی چشم:

باید مخصوصا در بخش های که اسید، مواد سوزاننده، مواد خورنده و یا دیگر مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند، جایگاه و محل ثابتی را جهت شستشو چشم در نظر گرفت. علاوه بر واحدهای ثابتی که اقدامات درمانی فوری را فراهم می نمایند، ممکن است از سیستم شستشو چشم که قابل حمل نیز می باشد، استفاده نمود. عملکرد این وسایل را باید هر هفته بررسی نمود تا از کارکرد صحیح آن ها و پاشیدن آب مطمئن شویم. همچنین باید بطور مرتب محتویات این وسایل را از نظر خلوص شیمیایی و بیولوژی بررسی نمود.

### محافظت از چشم و صورت:

باید در مواقع کار با مواد سوزاننده، مواد خطرناک شیمیایی و بیولوژی و یا هماهنگی که امکان ترشح و یا پاشیدن خون و مایعات بدن وجود داشته و نیز هنگام تخلیه اتوکلاو و ... از عینک های محافظتی ( حفاظ دار) یا ماسک های چشم و صورت استفاده نمود.

استفاده از عینک های حفاظ دار مخصوصا هنگام کار با مواد شیمیایی خطرناک نسبت به عینک های حفاظتی که روی عینک های معمولی قرار می گیرد، ترجیح داده می شود.

استفاده از ماسک ها و حفاظ هایی که از جنس پلاستیک شفاف بوده ( مانند ماسک های جوشکاری) و تمام صورت و گردن را می پوشاند، توصیه می گردد. این ماسک ها جهت استفاده طولانی مدت مانند اتوپسی نیز مناسب بوده و به راحتی آلودگی زدایی می گردند.

لنزهای چشم مخصوصا لنزهای نوع نرم (Soft) می توانند حلال ها و بخار حاصل از مواد را به خود جذب نمایند. بنابراین استفاده از آن ها در این موارد خطرناک می باشد، لنزهای تماسی باعث تجمع مواد فوق در محل قرنیه شده و در عین حال مانع خروج اشک می گردند، در حالیکه اشک، مواد فوق را بوسیله شستشو از چشم خارج می نماید. باید به کارکنان سفارش نموده که در این گونه بخش ها، لنزهای تماسی را بکار نبرند مگر اینکه از عینک های حفاظ دار و یا ماسک های صورت استفاده کنند.

## لباس کارکنان:

معمولا مسئول آزمایشگاه پوشش مشخصی را برای کارکنان در نظر می گیرد. این لباس باید تمیز و مرتب بوده و از کیفیت مناسبی برخوردار باشد که جهت محافظت از آلودگی و کثیف شدن دیگر لباس ها پوشیده می شود و شامل گان ها، کت های آزمایشگاهی، پیش بند، شل و یا لباس های مشابه است.

هنگام کار در آزمایشگاه همه کارکنان باید حداقل از یک روپوش آستین بلند که جلوی آن کامل بسته شود و یا یک کت آزمایشگاهی بلند با آستین های بلند که سر آستین آن کامل بسته باشد، استفاده نماید.

در مواقعی که مواد بسیار خطرناک و آلوده مورد استفاده قرار می گیرند، می توان از پیش بندهای پلاستیکی یکبار مصرف یا روپوش یکبار مصرف غیر قابل نفوذ به مایعات نیز استفاده نمود که حفاظت کافی را در مقابل ترشح خون و مواد شیمیایی ایجاد کند. در مواقع استفاده از این پیش بند ها، می توان از محافظ های آستین دار جهت حفاظت بازو استفاده نمود.

هنگام ترک محل های فنی و مخصوصا حضور در محل های عمومی (آبدارخانه) باید روپوش را از تن خارج نمود. باید در فواصل زمانی مناسب روپوش ها را تعویض نمود تا از آن ها مطمئن بشویم. اگر این لباس ها با مواد خطرناک آلوده شوند، باید بلافاصله تعویض گردند.

کت های آزمایشگاهی آلوده، گان ها و ..... را باید در کیسه های مشخص و مناسب که غیر قابل نفوذ باشند، قرارداد و سپس در حرارت مناسب و مدت زمان کافی شست تا عدم آلودگی آن ها مطمئن شویم. باید پوشش های یکبار مصرف بعد از استفاده بلافاصله تعویض گردند.

نباید این گونه لباس ها جهت شستشو از آزمایشگاه خارج نمود ( عدم انتقال به منزل و یا خشک شویی).

باید لباس های بیرونی در قفسه های شخصی مخصوص در بیرون از نواحی آزمایشگاه قرار داده شوند.

باید توجه نمود که استفاده از روپوش آزمایشگاهی جهت نمونه گیری و خون گیری الزامی است.

## برنامه بهداشت و واکسیناسیون کارکنان:

باید برنامه واکسیناسیون، به خصوص در مورد بیماری هپاتیت B، تست پوستی در مورد مایکوباکتریوم توبرکلوزیس (جهت کارکنانی که با این ارگانیسم کار می کنند) و معاینات و آزمایش های دوره ای جهت کارکنان در نظر گرفته شود. همچنین خانم های حامله و افراد مبتلا به نقص سیستم ایمنی نباید در بخش های خطرناک کار کنند.

## کفش ها:

کفش ها باید راحت و دارای کف پلاستیکی و تمام پا را بپوشاند. هرگاه که احتمال ریختن مواد وجود دارد، باید روکش های یکبار مصرفی که در مقابل نفوذ مایعات مقاوم می باشند، پوشیده شود. نباید از کفش های پارچه ای استفاده نمود زیرا مواد شیمیایی یا مایعات عفونی و آلوده را به خود جذب می نماید. استفاده از کفش هایی از جنس غیر قابل نفوذ به مایعات مانند چرم و یا موادمصنوعی، توصیه می گردد.

## مو:

باید مو ها در پشت سر جمع شده و روی شانه ها رها نشده باشند. این عمل جهت جلوگیری از تماس آن ها با مواد و سطوح آلوده و نیز پیشگیری از پراکنده کردن ارگانیسم در داخل محیط های کاری می باشد. همچنین باید دقت نمود که موها با وسایل در حال حرکت مانند سانتریفوژ یا میکروتوم تماس نداشته باشد، باید در این مواد از پوشش های یکبار مصرف جهت پوشاندن موها استفاده نمود.

## استفاده از جواهرات و زینت آلات:

نباید از جواهرات و زینت آلات به جز حلقه ازدواج (در مواردی که مغایر با اصول ایمنی و بهداشت نباشد) استفاده نمود. چون ممکن است به وسایل گیر کرده و یا داخل مواد آلوده آویزان شوند. آرایش کردن نیز در محیط آزمایشگاه ممنوع می باشد.



## ریش:

تمام اقدامات محافظتی ذکر شده در مورد مو، باید در مورد ریش آقایان در نظر گرفته شود. داشتن ریش بلند خطرناک است زیرا ممکن است در داخل وسایل در حال حرکت گیر کند. در ضمن می توان به عنوان یک منبع آلودگی باشد. در این موارد باید از پوشش های یکبار مصرف جهت پوشاندن ریش استفاده نمود. همچنین ریش بلند می توان بعنوان یک مشکل مهم در استفاده از دستگاه های کمک تنفسی مطرح شود.

## وسایل تیز و برنده:

باید در مواقع کار با وسایل تیز و برنده شامل سوزن ها، اسکالپل و شیشه های شکسته نهایت دقت و احتیاط بکار بست.

باید در صورت امکان تمام وسایل تیز را با استفاده از روش های مکانیکی (مانند فور سپس هایی که تیغه اسکالپل را برداشته و یا وسایلی که سوزن و اکوتیز را بر می دارد) جابجا نمود.

نباید سوزن های استفاده شده را قیچی، بریده، شکسته و یا خم کرد. باید فوراً وسایل تیز را در محفظه های مقاوم مخصوص ترجیحا ظروف ایمنی (Safety Box) قرار داد و آن محفظه ها نیز قبل از اینکه بطور کامل پر شوند، مطابق بر اصول صحیح دفع نمود.

## وسایل و دستگاه های کمک تنفسی:

باید وسایل کمک آموزشی مناسب در دسترس کارکنان باشد تا آن ها را در مقابل تنفس مواد آلوده، گرد و غبار مضر، میکروارکانیسم ها، گاز ها و بخارات مضر حفاظت نمود، مخصوصا در مواردی که کنترل فنی مناسبی برای جلوگیری از ورود این مواد خطرناک انجام نشده و یا اقدامات کافی نبوده و یا اینکه نمی توان وجود این مواد خطرناک را بوسیله حواس درک نمود.

در موارد ضروری وسایل مختلفی مانند ماسک های گرد و غبار ، ماسک های گاز و .... و نیز وسایل پیشرفته ای مانند وسایل کمک تنفسی با ذخیره هوای زیاد، ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

افراد می توانند از این وسایل استفاده کنند که از نظر وضعیت جسمانی قادر به تنفس بوسیله وسایل مزبور بوده و در این زمینه آموزش های لازم را دیده باشند.

در مواردی که ماهیت ماده خطرناک از نظر تنفسی مشخص نبوده و یا مقدار اکسیژن کمتر از ۱۹,۵٪ باشد و یا نتوان وجود این مواد خطرناک را بوسیله حواس درک نمود، باید از وسایل تنفسی مجهز به کپسول اکسیژن با فشار مثبت استفاده شود که در این گونه وسایل ارتباط تنفسی با فضای بیرون قطع می شود.

باید وسایل تنفسی مانند کیسه های مخصوص احیاء و نیز کیسه های پلاستیکی یکبار مصرف مخصوص تنفس دهان به دهان در مناطقی که ممکن است نیاز به احیاء، نگهداری و در دسترس قرار گیرد.

در موارد کاربرد روش های حفاظتی تنفسی، باید منطبق بر استانداردهای موجود، انتخاب وسایل، روش استفاده، تمیز کردن و نگهداری، ارزیابی کارایی و آموزش های لازم در این زمینه به صورت مکتوب در دسترس بوده و نگهداری شود.

#### دوش اضطراری:

باید در آزمایشگاه دوش های اضطراری، در محل مناسب نصب شوند، مخصوصا در بخش هایی از آزمایشگاه که از مواد شیمیایی سوزاننده استفاده می شود. تعداد این دوش ها بستگی به وسعت کاری و فضای آزمایشگاه دارد. حتی الامکان درجه حرارت آب مورد استفاده در دوش ها معتدل باشد.

همچنین عملکرد دوش ها و سیستم فاضلاب آن ها بطور متناسب بررسی شود. به علت استفاده کم از چنین فاضلاب هایی، می توان کمی روغن معدنی در آن ریخت و طبق برنامه ای منظم آب را با فشار وارد نمود.

## نکات ایمنی هنگام کار با وسایل شیشه ای

- ظروف شیشه ای شکسته یا ترک خورده را دور بریزید.
- هرگز درب ظروف شیشه ای را با قدرت و فشار باز نکنید، درهایی که چسبیده یا فرو رفته اند باید بریده شوند.
- باید قبل شستشو، وسایل شیشه ای آلوده را ضد عفونی نمود.
- باید قطعات شکسته و یا دور ریختنی را در یک محفظه مقاوم به حرارت جایجا نمود.
- حتی الامکان از ملزومات آزمایشگاهی یکبار مصرف استفاده نمایید.

## رعایت موارد ایمنی در هنگام کار با سانتریفوژ:

- باید حتی الامکان سانتریفوژ در هنگام کار، حداقل میزان آئروسل را ایجاد کند.
- هنگام روشن کردن سانتریفوژ مطمئن باشید که درب آن کامل بسته شده باشد.
- از سانتریفوژ نمودن لوله های حاوی نمونه خون، ادرار، خلط، کشت ها و نمونه هایی که در آن ها احتمال ایجاد آئروسل های عفونی وجود دارد، مایعات قابل اشتعال و ... که درپوش نداشته باشد خودداری نمایید. در هنگام سانتریفوژ یک سیستم خلاء ایجاد می شود که باعث تبخیر مایعات می گردد که می تواند منجر به ایجاد ذرات آئروسل از مواد آلوده شده و یا سبب انفجار مایعات قابل اشتعال گردد.
- سانتریفوژ بطور مرتب با محلول هیپوکلریت سدیم با رقت ۱:۱۰ و یا مواد مناسب دیگر ضد عفونی شود.
- هنگامی که با سانتریفوژ کار می کنید باید مطمئن شوید که سیستم تعادلی آن درست باشد. روتورهای متعادل نشده در چرخش ایجاد ارتعاش می کنند.
- در صورت شکستگی و یا مشکوک شدن به شکستن لوله سانتریفوژ ، باید موتور خاموش شده و به مدت ۳۰ دقیقه صبر نمایید. اگر بعد از خاموش شدن سانتریفوژ متوجه شکستگی لوله شدید، باید بلافاصله در آن را بسته و به مدت ۳۰ دقیقه صبر نموده و سپس اقدام به تمیز نمودن و ضد عفونی کردن محل نماید. (مطابق دستورالعمل حفاظت در مواقع شکستن ظروف حاوی مواد آلوده و یا ریختن مواد آلوده).

## کرایواستات (Cryostat) و میکروتوم (Microtom)

وسایل فوق جزء وسایل خطرناک می باشد که دارای تیغه های برنده ای هستند که ممکن است باعث بریدگی پوست گردد. تفاوت اصلی این دو وسیله آن است که در میکروتوم، بافت های مورد برش قرار می گیرد که در پارافین غوطه ور شده و عموماً آلوده کننده نیستند، اما کرایواستات یک وسیله بسیار خطرناک است چون بافت مورد استفاده منجمد بوده و ثابت نمی گردد و می تواند محتوی عوامل آلوده باشد که باید توصیه های ایمنی زیر را در موقع کار با آن ها به کار بست.

دو نوع حادثه قابل پیشگیری شامل عفونت و صدمات مکانیکی ممکن است مشاهده گردد.

### کنترل عفونت:

- گیره نگه دارنده بلوکو برس باید جهت آلودگی زدایی در محل محلول ضدعفونی کننده مناسب قرار داده شود.
- باید بعد از اتمام کار با کرایواستات، دستگاه به دفعات با الکل ۷۰٪ ضدعفونی گردد.
- باید حداقل هفته ای یکبار یخ دستگاه آب گردد و اگر انتظار می رود که بافت با باکتری مایکوباکتریوم آلوده باشد بلافاصله دستگاه با یک ماده موثر بر علیه عامل توپرکلوز ضدعفونی (مطابق دستورالعمل ضدعفونی نمود).
- باید اقدامات حفاظتی شدیدی در مواقعی که با عامل Creutzfeld-Jakob سرو کار داریم، بکار گرفته شود. استفاده از هیدروکسید سدیم (سود سوز آور) جهت آلودگی زدایی توصیه می شود (مطابق دستورالعمل ضدعفونی نمودن).
- باید از دستکش و سایر وسایل حفاظتی مناسب استفاده نمود.
- باید مدارک مربوط به روش های آلودگی زدایی موجود بوده و و سوابق مربوط به آن نگهداری شود.
- باید هنگام برش، دریچه دستگاه بسته باشد.

## صدمات مکانیکی:

وسایل فوق به علت استفاده از تیغه ها خطرناک می باشند، لذا توصیه های زیر را هنگام کار با تیغه بکار بست:

- هرگز تیغه را بدون محافظ رها نکنید.
- تیغه های یکبار مصرف را در محفظه مقاوم مخصوص وسایل برنده قرار دهید.
- اگر بدون برداشتن تیغه، نمونه ها را تعویض می نمایید، تیغه را با محافظ انگشتان بپوشانید. در این هنگام دسته آن باید قفل شده باشد.

## سطوح:

سقف، دیوار، کف و سطوح میزهای آزمایشگاه باید غیرقابل نفوذ بوده و باید سطوح میزها را فوراً بعد از آلودگی با نمونه یا بعد از اتمام کار روزانه با مواد ضد عفونی کننده مانند هیپوکلریت سدیم با رقت ۵ گرم در لیتر و یا هرگونه محلول سفید کننده خانگی که به نسبت ۱:۱۰ رقیق شده باشد (به شرط اینکه دارای کلر فعال ۵٪ باشند) ضد عفونی نمود.

## نگهداری مواد خطرناک:

باید معرف ها، مواد شیمیایی (اسید ها، بازها و ...) و یا رنگ های دارای خواص سمی را در قفسه یا محفظه های عایق از نظر خارج شدن بخار قرار داد. چیدمان محلول های فوق نباید بر اساس حروف الفبا انجام گیرد. باید مایعات خطرناک مانند اسیدها یا قلیا ها در قفسه هایی با ارتفاع زیر سطح چشمی ذخیره شوند. ذخیره سازی محفظه های بزرگ باید نزدیک زمین باشد (نگداری مواد خطرناک باید مطابق با اطلاعات موجود در برگه شناسایی ایمنی مواد شیمیایی باشد).

### ضد عفونی کردن وسایل آزمایشگاهی:

یخچال ها، فریزرها، بن ماری، سانتریفوژ و .... باید بطور مرتب تمیز شده و نیز بطور متناوب منطبق بر برنامه زمانبندی که بوسیله آزمایشگاه تعیین می گردد، ضد عفونی گردند. مخصوصا در مواردی که آلودگی مهمی به وجود آید باید فوراً این عمل انجام شود.

در هنگام تمیز کردن آزمایشگاه و وسایل باید دستکش، گان و لباس های حفاظتی مناسب پوشیده شود. نکته مهم: وسایل و تجهیزات باید قبل از انتقال به بیرون از مرکز جهت تعمیر و یا تعمیر در داخل مرکز با مواد ضد عفونی کننده، مناسب ضد عفونی گردند.

### مشخص نمودن وسایل و نواحی تمیز و آلوده:

همه تلفن ها، دستگیره درب، صفحه کلید ویدیو، صفحه کلید کامپیوتر و دیگر وسایلی که در تماس با دست هستند، ممکن است آلوده باشند. در این موارد ممکن است لازم باشد برچست هشدار دهنده بر روی آن ها نصب شود و باید تمامی روش ها لازم جهت جلوگیری از آلودگی وسایل فوق استفاده گردد. اشخاصی که در این مناطق بدون دستکش و با این وسایل در تماس می باشند باید دستکش بپوشند و یا دست هایشان را بعد از تماس با وسایل بشویند.

حتی الامکان باید از تماس دست با صورت خصوصا هنگام که از تلفن و وسایل مشابه دیگر استفاده می گردد خودداری نمود. باید کارکنان این نواحی قبل از تماس با وسایل فوق دستکش ها را بیرون بیاورند.

همچنین می توان از پوشش های پلاستیکی جهت صفحه کلید کامپیوتر، تلفن ها و غیره در مواقع آلودگی های مهم استفاده نمود.

### راه های خروج:

به هیچ وجه خروجی ها و راهروها نباید بسته باشند. نباید زباله ها، وسایل ذخیره، لوازم یا مبلمان غیر قابل استفاده را در راه های خارجی قرار داد. نباید درب های خروجی نیز مسدود یا قفل باشند. باید وسایل آتش نشانی، پتوها، دوش های اضطراری و غیره در معرض دید و در دسترس باشد. راه های منتهی به ساختمان نیز باید باز باشد.

### ورود کودکان:

به هیچ وجه نباید کودکان و افراد زیر ۱۶ سال سن به محل آزمایشگاه شوند.

### کمک های اولیه:

باید جعبه کمک های اولیه و نیز مکانی جهت ارائه کمک های اولیه در آزمایشگاه وجود داشته باشد.

### وسایل شخصی کارکنان:

نباید وسایل شخصی مانند کیف پول، کت، پوتین یا چکمه، لیوان چای و قهوه، زیر پیراهنی، غذا های بسته بندی نشده و یا داروها را در قسمت های آزمایشگاهی قرار داد.

### دفع زباله:

از تجمع زباله جلوگیری نموده و باید حداقل یکبار در روز دفع شوند.

## کنترل ورود حیوانات:

بوسیله نصب توری و سمپاشی نمودن وغیره، ورود حشرات، جوندگان و .... را در محیط آزمایشگاه کنترل نمایید. همچنین حیوانات خانگی نباید به محل آزمایشگاه وارد شوند.

## استفاده از وسایل تزئینی در محیط آزمایشگاه:

استفاده از وسایل مربوط به جشن ها باید با روش های سازمان یافته انجام شود. نباید در این رابطه از وسایل تزئینی الکتریکی، شمع های مومی و وسایل دیگر که احتمال آتش سوزی را به دنبال دارد، استفاده نمود.

## توکسین ها:

ریسک فاکتورهای احتمالی در هنگام کار کردن با توکسین ها عبارتند از:

- ✓ آسیب های مکانیکی مثل تماس با سر سوزن آلوده به توکسین (Needle-Sticks) و یا هرگونه اتفاق که منجر به صدمه رسیدن به پوست شود.
- ✓ تماس مستقیم توکسین با دهان، چشم و یا سایر غشاء های مخاطی
- ✓ تولید ناخواسته آئروسل

شناسایی اکثر توکسین ها و در حجمی که در آزمایشگاه ها صورت میپذیرد، میتواند با رعایت موارد زیر به صورت ایمن و بدون اینکه برای شخص آزمایش کننده و محیط اطراف صدمه ایجاد کند، انجام شود:

- آموزش تئوری لازم قبل از کار عملی با توکسین ها صورت پذیرد.
- در صورت نگهداری سموم در آزمایشگاه ظروف نگهداری آن ها باید Seal شده و از دسترس عموم خارج باشد.
- هنگام کار با توکسین ها از ورود و خروج افراد غیرمجاز به محیط کار خودداری شود.
- محیط آزمایشگاه مربوطه باید مطابق شرایط BSL-2 طراحی گردیده باشد.
- در صورت کار با توکسین های با وزن ملکولی پایین، توکسین های با قابلیت تبخیر شدن و یا رادیونوکلئوتیدهایی که با توکسین ترکیب شده اند باید از هودهای با پایه فیلتر شارکول و هپا استفاده نمود.



- پوشیدن روپوش و دستکش و عینک محافظ مناسب هنگام کار با توکسین ها الزامی است.
- هنگام کار با توکسین هایی که مستقیماً از سطح پوست اثر خواهند گذاشت، باید از دستکش هایی استفاده کرد که نسبت به توکسین و ماده حلال آن نفوذ ناپذیر باشند.
- فضای داخلی هود و یا سطح میز کار باید به تناوب و پس از انجام کار برای حذف توکسین ها آلودگی زدایی گردد. تا زمان پایان این آلودگی زدایی باید دسترسی به این محل ها محدود شود.
- تا حد امکان هنگام کار با توکسین ها به منظور کاهش احتمال بریدگی یا خراشیدگی، به جای ظروف شیشه ای از ظروف پلاستیکی استفاده شود.
- برای جلوگیری از ایجاد آئروسول، لوله های تحت فشار و یا سایر لوله های حاوی توکسین تنها در زیر هود و یا میز کار با Biosafety Level مناسب باز شوند.
- لوله های کروماتوگرافی شیشه ای تحت فشار باید توسط یک لایه پلاستیکی یا یک محفظه ثانویه مناسب پوشیده شوند.

### آلودگی زدایی توکسین ها

پایداری توکسین ها بسته به دما، pH، قدرت یونی، حضور کوفاکتور ها و سایر خصوصیات محیط اطراف متفاوت است. علاوه بر آن غیرفعال سازی توکسین ها همیشه یک روند خطی وابسته به زمان حرارت دادن نمی باشد. کما اینکه برخی از توکسین های پروتئینی توانایی این را دارند که با re-fold شدن تا حدی اثر غیرفعال سازی توسط حرارت را خنثی کنند.

علاوه بر این ها شرایط دناتوره کردن توکسین ها در محلول های آبی برای غیرفعال کردن توکسین های لیوفلیزه صادق نمی باشد.

Table 1. Chemical Inactivation of Selected Toxins

Toxin	NaOCl (30 min)	NaOH (30 min)	NaOCl+NaOH (30 min)	Ozone Treatment
Botulinum neurotoxin	> 0.1% <sup>a</sup>	> 0.25 N	ND	Yes <sup>b</sup>
Staphylococcal Enterotoxin	> 0.5% <sup>c</sup>	> 0.25 N	ND	ND
Ricin	> 0.1% <sup>d</sup>	ND	> 0.1% + 0.25 N <sup>e</sup>	ND
Saxitoxin	≥ 0.1% <sup>e</sup>	ND	> 0.25% + 0.25 N <sup>e</sup>	ND
Palytoxin	≥ 0.1% <sup>e</sup>	ND	> 0.25% + 0.25 N <sup>e</sup>	ND
Microcystin	≥ 0.5% <sup>e</sup>	ND	> 0.25% + 0.25 N <sup>e</sup>	ND
Tetrodotoxin	≥ 0.5% <sup>e</sup>	ND	> 0.25% + 0.25 N <sup>e</sup>	ND
T-2 mycotoxin	≥ 2.5% <sup>e,f</sup>	ND	> 0.25% + 0.25 N <sup>e</sup>	ND
Brevetoxin (PbTx-2)	≥ 2.5% <sup>e,f</sup>	ND	> 0.25% + 0.25 N <sup>e</sup>	ND

## Notes:

ND indicates “not determined” from available decontamination literature.

<sup>a</sup> Solutions of NaOCl (#0.1%) or NaOH (> 0.25 N) for 30 min inactivate BoNT and are recommended for decontaminating work surfaces and spills of *C. botulinum* or BoNT. Chlorine at a concentration of 0.3-0.5 mg/L as a solution of hypochlorite rapidly inactivates BoNT (serotypes B or E tested) in water.20 Chlorine dioxide inactivates BoNT, but chloramine is less effective.

<sup>b</sup> Ozone (> 2 mg/L) or powdered activated charcoal treatment also completely inactivate BoNT (serotypes A, B tested) in water under defined condition.

<sup>c</sup> SEB is inactivated with 0.5% hypochlorite for 10-15 mi.

<sup>d</sup> Ricin is inactivated by a 30 min exposure to concentrations of NaOCl ranging from 0.1-2.5%, or by a mixture of 0.25% NaOCl plus 0.25 N NaOH.17 In general, solutions of 1.0% NaOCl are effective for decontamination of ricin from laboratory surfaces, equipment, animal cages, or small spills.

<sup>e</sup> The minimal effective concentration of NaOCl was dependent on toxin and contact time; all LMW toxins tested were inactivated at least 99% by treatment with 2.5% NaOCl, or with a combination of 0.25% NaOCl and 0.25N NaOH.

<sup>f</sup> For T-2 mycotoxin and brevetoxin, liquid samples, accidental spills, and nonburnable waste should be soaked in 2.5% NaOCl with 0.25% N NaOH for 4 h. Cages and bedding from animals exposed to T-2 mycotoxin or brevetoxin should be treated with 0.25% NaOCl and 0.025 N NaOH for 4 h. Exposure for 30 min to 1.0% NaOCl is an effective procedure for the laboratory (working solutions, equipment, animal cages, working area and spills) for the inactivation of saxitoxin or tetrodotoxin. Decontamination of equipment and waste contaminated with select brevetoxins has been reviewed.

Table 2. Physical Inactivation of Selected Toxins

Toxin	Steam Autoclave	Dry Heat (10 min)	Freeze-thaw	Gamma Ray
Botulinum neurotoxin	Yes <sup>a</sup>	> 100 °C <sup>b</sup>	No <sup>c</sup>	Incomplete <sup>d</sup>
Staphylococcal Enterotoxin	Yes <sup>e</sup>	> 100 °C; refolds <sup>f</sup>	No <sup>g</sup>	Incomplete
Ricin	Yes <sup>h</sup>	> 100 °C <sup>i</sup>	No <sup>j</sup>	Incomplete <sup>j</sup>
Microcystin	No <sup>k</sup>	> 260 °C <sup>l</sup>	No <sup>m</sup>	ND
Saxitoxin	No <sup>k</sup>	> 260 °C <sup>l</sup>	No <sup>m</sup>	ND
Palytoxin	No <sup>k</sup>	> 260 °C <sup>l</sup>	No <sup>m</sup>	ND
Tetrodotoxin	No <sup>k</sup>	> 260 °C <sup>l</sup>	No <sup>m</sup>	ND
T-2 mycotoxin	No <sup>k</sup>	> 815 °C <sup>l</sup>	No <sup>m</sup>	ND
Brevetoxin (PbTx-2)	No <sup>k</sup>	> 815 °C <sup>l</sup>	No <sup>m</sup>	ND

Notes:

ND indicates “not determined” from available decontamination literature.

<sup>a</sup> Steam autoclaving should be at >121°C for 1 h. For volumes larger than 1 liter, especially those containing *Clostridium botulinum* spores, autoclave at >121°C for 2 h to ensure that sufficient heat has penetrated to kill all spores.

<sup>b</sup> Exposure to 100°C for 10 min. inactivates BoNT. Heat denaturation of BoNT as a function of time is biphasic with most of the activity destroyed relatively rapidly, but with some residual toxin (e.g., 1-5%) inactivated much more slowly.

<sup>c</sup> Measured using BoNT serotype A at -20°C in food matrices at pH 4.1 – 6.2 over a period of 180 days.

<sup>d</sup> Measured using BoNT serotypes A and B with gamma irradiation from a <sup>60</sup>Co source.

<sup>e</sup> Protracted steam autoclaving, similar to that described for BoNT, followed by incineration is recommended for disposal of SE-contaminated materials.

<sup>f</sup> Inactivation may not be complete depending upon the extent of toxin re-folding after denaturation. Biological activity of SE can be retained despite heat and pressure treatment routinely used in canned food product processing.

<sup>g</sup> SE toxins are resistant to degradation from freezing, chilling or storage at ambient temperature.15 Active SEB in the freeze-dried state can be stored for years.

<sup>h</sup> Dry heat of >100°C for 60 min in an ashing oven or steam autoclave treatment at >121°C for 1 h reduced the activity of pure ricin by >99%.17 Heat inactivation of impure toxin preparations (e.g., crude ricin plant extracts) may vary. Heat-denatured ricin can undergo limited refolding (<1%) to yield active toxin.

<sup>i</sup> Ricin holotoxin is not inactivated significantly by freezing, chilling or storage at ambient temperature. In the liquid state with a preservative (sodium azide), ricin can be stored at 4°C for years with little loss in potency

<sup>j</sup> Irradiation causes a dose-dependent loss of activity for aqueous solutions of ricin, but complete inactivation is difficult to achieve; 75 MRad reduced activity 90%, but complete inactivation was not achieved even at 100 MRad.<sup>18</sup> Gamma irradiation from a laboratory <sup>60</sup>Co source can be used to partially inactivate aqueous solutions of ricin, but dried ricin powders are significantly resistant to inactivation by this method.

<sup>k</sup> Autoclaving with 17 lb pressure (121-132° C) for 30 min failed to inactivate LMW toxins.<sup>17,19</sup> All burnable waste from LMW toxins should be incinerated at temperatures in excess of 815°C (1,500° F).

<sup>l</sup> Toxin solutions were dried at 150° C in a crucible, placed in an ashing oven at various temperatures for either 10 or 30 min, reconstituted and tested for concentration and/or activity; tabulated values are temperatures exceeding those required to achieve 99% toxin inactivation.

<sup>m</sup> LMW toxins are generally very resistant to temperature fluctuations and can be stored in the freeze-dried state for years and retain toxicity.