



## اصول ایمنی زیستی (HSE)

### Health. Safety .Environment

دانشکده علوم زیستی

دانشگاه خوارزمی

دکتر آزاده نیک نژاد

۱۳۹۹



## فهرست مطالب

بخش اول:

مقدمه:

ضرورت آموزش

تعریف ایمنی زیستی

بخش دوم:

سطوح ایمنی آزمایشگاه

بخش سوم:

تجهیزات حفاظت فردی

بخش چهارم:

تجهیزات آزمایشگاهی و ایمنی کار با آنها

بخش پنجم:

برگه شناسایی ایمنی مواد

بخش ششم:

ضد عفونی کردن و استریلیزاسیون

بخش هفتم:

اقدامات فوریتی

بخش هشتم:

زباله ها

## مقدمه:

طی دهه‌های اخیر، تحقق اهداف سازمان‌ها در حوزه رقابت‌پذیری کشورهای صنعتی، پرداختن به موضوعات بهداشت (Health)، ایمنی (Safety) و محیط زیست (Environment) را به یکی از اولویت‌های اصلی در کسب‌وکار امروز تبدیل نموده‌است و توجه به نیروی انسانی به عنوان اصلی‌ترین اهداف مدیریت‌های آموزشی و اقتصادی قرار گرفته است. ایمنی آزمایشگاهی به مجموعه‌ای از قوانین و روش‌های کار در آزمایشگاه گفته می‌شود که به منظور حفاظت از محیط زیست، پرسنل و کارمورد نظر از خطر نشت آلودگی و مواجهه ناخواسته با عوامل پاتوژن، سموم و ترکیبات مضر انجام می‌شوند. شناسایی کامل نمونه‌ها و عوامل آسیب‌رسان موجود در آزمایشگاه، نحوه صحیح کار با آن‌ها، اقدامات ایمنی هنگام کار، گزارش موارد نشت، مواجهه با آلودگی، راه‌های حذف آلودگی و اقدامات جبرانی و درمانی پس از مواجهه، همگی در ایمنی آزمایشگاهی قرار می‌گیرند. اقدامات ایمنی باید به عنوان یک جز ثابت و همیشگی از کار آزمایشگاه قرار گیرد و اهمیت آن به اندازه سایر مراحل کار است.

### خطر زیستی (Biohazard) یا (Biological Hazard)



این نماد بین‌المللی اشاره به مواد زیستی دارد که برای زندگی جانداران زنده به ویژه انسان خطرآفرین است

## سطوح ایمنی آزمایشگاه‌های زیستی :

آزمایشگاه‌های زیستی از نظر امکانات و تجهیزات به چهار دسته ایمنی تقسیم می‌شود:

۱. سطح یک ایمنی ابتدایی. ۲. سطح دو ایمنی ابتدایی. ۳. سطح سه ایمنی. ۴. بالاترین سطح محدودسازی یا سطح ۴ ایمنی.

این سطوح با توجه به ساختار، نحوه طراحی، امکانات، تجهیزات و نوع فرایندهای قابل انجام بر روی ارگانیسم‌های مختلف تعیین می‌شوند.

گروه خطر ۱	میکروارگانیسم‌هایی که برای انسان و حیوانات بیماری‌زایی ندارند.
گروه خطر ۲	پاتوژن‌هایی که معمولاً سبب بیماری‌های انسانی و حیوانی شده ولی خطرات جدی برای کارکنان آزمایشگاه یا محیط زیست ایجاد نمی‌کنند.
گروه خطر ۳	پاتوژن‌هایی که سبب بیماری‌های شدید و خطرناک در انسان و حیوان می‌شوند ولی قابل انتقال به سایر افراد نیستند.
گروه خطر ۴	پاتوژن‌هایی که سبب بیماری‌های خطرناک انسانی و حیوانی می‌شوند و به سادگی از یک فرد به سایر افراد منقل می‌شوند.

### • سطح یک ایمنی زیستی (آزمایشگاه پایه):

این آزمایشگاه‌ها برای کار با میکروارگانیسم‌های کاملاً شناخته شده که دارای خطرات بسیار اندک بوده و یا کاملاً بی‌خطرند تجهیز شده‌اند. این آزمایشگاه‌ها دارای مشخصات زیر می‌باشد:

(۱) از سایر بخش‌های ساختمان جدا نشده‌اند.

(۲) دارای پیپت‌های مکانیکی هستند و کشیدن مایعات با دهان ممنوع است.

(۳) اکثر کارها با حفظ استانداردهای اولیه مانند استفاده از روپوش و دستکش، بر روی میز انجام می‌شود.

(۴) هودهای زیستی برای انجام کار با نمونه‌های عفونت‌زا و کارهایی که سبب تولید آيروسول‌ها می‌شوند مانند خرد کردن بافت ، شیک کردن، سونیکاسیون و باز کردن ظروفی که فشار درون آنها کمتر است، استفاده می‌شود.

(۵) اتوکلاو و وسایل استریل‌ساز موجود می‌باشد.

• سطح دو ایمنی زیستی ( آزمایشگاه پایه):

این آزمایشگاه‌ها برای کار با ارگانیسم‌های بیماری‌زایی تجهیز می‌شود که راه‌های درمانی و همچنین واکسن جهت پیشگیری از ابتلا به آن‌ها موجود می‌باشد. به عنوان مثال در این آزمایشگاه‌ها می‌توان با بافت‌ها و مایعات بدن انسان، آدنووایروس‌ها، استافیلوکوکوس اورئوس، سودوموناس آئروژینوزا، عوامل عفونت‌هایی مانند ویروس هپاتیت B و C کار کرد.

(۱) اکثر کارها بر روی میزهای آزمایشگاهی انجام می‌گیرد.

(۲) در صورتی که کار بر روی نمونه، سبب ایجاد آبروسول شده یا استریل ماندن نمونه مهم باشد از هودهای زیستی استفاده می‌شود.

(۳) افراد مشغول به کار در این آزمایشگاه‌ها باید از خطرات کار با ارگانیسم‌های موجود و نحوه کار با آن کاملاً اطلاع داشته و آموزش‌های لازم را دیده باشند.

(۴) ورود حیوانات و گیاهانی که در ارتباط با تحقیق در حال انجام نیستند به آزمایشگاه ممنوع است.

(۵) در صورتی که هنگام کار، قطرات به اطراف پرتاب می‌شود بایستی از عینک و یا ماسک صورت استفاده نمود.

(۶) کار با وسایل تیز و برنده با احتیاط بسیار زیاد انجام می‌شود.

(۷) این آزمایشگاه مجهز به اتوکلاو و دستگاه چشم شوی هستند.

• سطح ۳ ایمنی زیستی ( آزمایشگاه‌های محدود شده):

این آزمایشگاه‌ها جهت کار با میکروارگانیسم‌های گروه خطر ۳ یا حجم زیادی از میکروارگانیسم‌های گروه خطر ۲ می‌باشد. میکروارگانیسم‌های بومی و ناشناخته یا عوامل عفونت‌زایی که از راه تنفسی منتقل می‌شود و ممکن است بیماری‌های کشنده یا بسیار جدی ایجاد نمایند، بایستی در این آزمایشگاه‌ها مورد مطالعه قرار گیرند.

به عنوان مثال مایکوباکتریوم توبرکلوزیس، کوکسیلا بورنتی و... در این دسته قرار می‌گیرند.

(۱) این آزمایشگاه‌ها از سایر راهروهای ساختمان جدا شده‌اند به طوری که رفت‌وآمد افراد و جریان هوای کمتری وجود داشته باشد. به عنوان مثال ممکن است در انتهای راهروها قرار داشته یا دارای دو درب ورود و خروج می‌باشند.

(۲) قبل از ورود به فضای اصلی آزمایشگاه باید لباس‌های آلوده را با لباس‌های تمیز تعویض نمود.

(۳) دیوارها، کف و درها مقاوم به آب هستند و به طور مرتب ضدعفونی می‌شوند.

(۴) پنجره‌ها همواره بسته است و منفذی به بیرون ندارد.

(۵) دارای اتوکلاو برای استریل‌سازی مواد آلوده می‌باشند.

(۶) کلیه کارها زیر هود انجام می‌شود.

(۷) زباله‌ها قبل از خروج، آلودگی‌زدایی می‌شوند.

- ۸) شیر دستشویی موجود در این آزمایشگاه‌ها باید به صورت اتوماتیک کنترل شده و نزدیک به درب خروجی باشد.
- ۹) تمام افراد قبل از شروع به کار، آزمون‌های پزشکی کامل را می‌گذرانند و به طور مرتب از نظر سلامت کنترل می‌شوند.
- سطح ۴ ایمنی زیستی (آزمایشگاه‌ها با محدودیت حداکثر):
- در این آزمایشگاه، بیشترین ایمنی فراهم می‌شود و خطرات را بسیار محدود می‌سازند. عوامل به شدت عفونت‌زا و کشنده، عوامل بسیار مهاجم تنفسی، عوامل بیماری‌زایی که راه انتقالشان شناخته نشده و عواملی که هیچ واکسن و راه درمانی ندارند، در این آزمایشگاه‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرند.
- ابولا، ویروس Sin Number و عامل تب Rift Valley از جمله این میکروارگانیسم‌ها هستند. علاوه بر مشخصات آزمایشگاه‌های ایمنی سطح ۳، این آزمایشگاه‌ها باید معیارهای زیر را رعایت نمایند:
- ۱) این آزمایشگاه‌ها از سایر نقاط ساختمان جدا هستند.
  - ۲) ورود و خروج افراد کاملاً کنترل می‌شود.
  - ۳) قبل از درب اصلی آزمایشگاه، حداقل دو درب دیگر وجود دارد و هودهای بیولوژیک در داخل چنین فضایی قرار می‌گیرند.
  - ۴) برای کارکنان چنین آزمایشگاه‌های دوش در نظر گرفته شده که بین درهای ورودی قرار می‌گیرد.
  - ۵) اتوکلاو این آزمایشگاه‌ها دارای دو در می‌باشد که مواد و وسایل مورد نیاز از خارج آزمایشگاه وارد اتوکلاو و وقتی که در بخش خارجی بسته بود، کارکنان درب داخلی را باز کرده و وسایل را برمی‌دارند.
  - ۶) لباس‌های کارکنان این آزمایشگاه‌ها با سایرین متفاوت است و از ماسک‌های تنفسی خاصی استفاده می‌کند.
  - ۷) تمام زباله‌ها و پساب آزمایشگاهی، قبل از خروج، آلودگی زدایی می‌شوند.

## تجهیزات حفاظت فردی

کاربرد حفاظت فردی با هدف ارتقاء سطح ایمنی و حفاظت از نیروی کار از اهمیت فراوانی برخوردار است. با توجه به این امر، نیازسنجی درست در ارتباط با تأمین تجهیزات حفاظت فردی و تهیه تجهیزات و آموزش نحوه استفاده صحیح از تمرینات ویژه، در ارتباط با مدیریت ایمنی و ارتقاء فرهنگ ایمنی در محیط کار می‌باشد.

### انواع تجهیزات حفاظت فردی:

#### ۱. گوشی حفاظتی (Ear Muff):

نوعی وسیله حفاظت شنوایی است که با قرار گرفتن در روی گوش و پوشاندن لاله‌گوش از رسیدن امواج صوتی بالاتر از حد مجاز به گوش جلوگیری می‌کند.

#### ۲. پلاک گوش (Ear Plag):

نوعی وسیله حفاظت شنوایی است که در داخل مجرای شنوایی قرار گرفته و با مسدود کردن آن از رسیدن امواج صوتی بالاتر از حد مجاز به پرده صماخ و انتقال آن به گوش داخلی جلوگیری می‌نماید.

#### ۳. محافظ چشم:

وسیله‌ای است که چشم را در برابر خطرات برخورد اجسام سخت، تابش‌های نوری، فلزات مذاب و اجسام داغ، ذرات گردوغبار، گازها و هر نوع ترکیبی از این مخاطرات حفظ می‌نماید.

#### ۴. سپرهای محافظ صورت:

محافظی است که تمام صورت را پوشانده و از درجه ایمنی بالایی برخوردار می‌باشد. هنگام کار با مواد شیمیایی خطرناک (اسیدها و مواد خورنده) در محیط کار، سپرهای حفاظتی نه تنها صورت، بلکه باعث حفاظت از چشم‌ها هم می‌شوند.

#### ۵. ماسک تنفسی:

ماسک وسیله حفاظت از دستگاه تنفس است که برای ایجاد فضایی محفوظ، با حداقل درز بر روی صورت استفاده کننده به کار می‌رود که شامل انواع مختلفی از جمله ماسک کامل، نیم ماسک، ربع ماسک، نیم فیلتر ماسک و ماسک ویژه می‌شود.

#### ۶. کلاه ایمنی:

کلاه ایمنی از قسمت‌های بالای سر در مقابل صدمه محافظت می‌کند و در سه نوع است:

نوع اول (Class A): برای مصارف عمومی بوده و در برابر ضربه مقاوم در برابر جریان الکتریکی درجه حفاظت پایینی دارد.

نوع دو (Class B): این کلاه در برابر ضربه و شوک الکتریکی با ولتاژ بالا و سوختگی مقاوم است.

نوع سه (Class C): کلاه‌هایی با وزن سبک می‌باشد که از سر کارکنان در برابر ضربه‌های ثابت محافظت می‌کند ولی در برابر سقوط اشیا و یا شوک الکتریکی محافظتی ندارد.

۷. کفش ایمنی:

از پاهای در برابر انواع مخاطرات مکانیکی و فیزیکی و شیمیایی محافظت می‌نماید و باید تا حد امکان در برابر برق جریان الکتریسیته عایق باشد.

۸. بازوبند و دستکش‌های حفاظتی:

از جمله وسایل حفاظت فردی که برحسب انواع آن می‌تواند انگشتان دست تا بالای بازو را در مقابل عوامل زیان آور محیط کار محافظت نماید

۹. لباس کار:

لباسی که یک فرد در محیط کار می‌پوشند و باید وی را در برابر خطرات احتمالی محیط کار حفظ نماید. محیط‌های کاری که احتمال تماس با مواد خطرناک و شیمیایی را دارند، باید از لباس محافظ استفاده کنند.

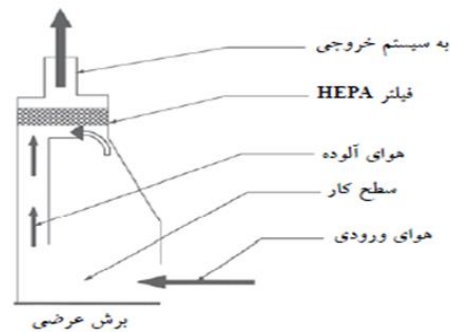




## ایمنی کار با تجهیزات آزمایشگاهی

هودهای زیستی:

هودهای زیستی برای حفاظت کارکنان، محیط آزمایشگاه و ابزار کار از آلوده شدن توسط ذرات آئروسول و قطرات ریزی است که هنگام کار با مواد حاوی عوامل پاتوژن مانند محیط های کشت و نمونه های تهیه شده از بیماران، ممکن است ایجاد شوند. هودهای زیستی کلاس I: هوای اتاق از شکاف جلوی هود وارد شده، از سطح کار رد می شود و در نهایت از قسمت فوقانی خارج می گردد. چنانچه هنگام کار با نمونه، ذرات آئروسول یا قطرات آلاینده ایجاد شوند، جریان هوا آنها را به سمت کانال خروجی برده و مانع آلوده شدن فرد هنگام کار می شود. هوا قبل از خروج، توسط فیلتر هپا فیلتر شده و از هود خارج می شود.



هودهای زیستی کلاس II: هنگام کار با سلول های یوکاریوتی یا بافت ها استفاده می شود. ورود هوای آزمایشگاه به درون کابینت های زیستی به هیچ وجه مناسب نمی باشد زیرا سبب آلوده شدن نمونه با عوامل موجود در محیط می گردد.



هودهای زیستی کلاس III: تمام منافذ این هودها بسته شده است و هیچ تبادل با هوای محیط به صورت مستقیم انجام نمی شود و هوای ورودی از فیلترهای هپا رد شده و هوای خروجی از دو فیلتر عبور می نماید. افراد هنگام کار از طریق دستکش های بسیار ضخیم لاستیکی به فضای داخل هود دسترسی دارند که انتهایشان کاملاً بسته است. از این هودها هنگام کار با عوامل بسیار خطرناک نظیر HIV و ویروس هپاتیت استفاده می شود .

هود لامینار:

این هودها که به طور معمول جهت کشت سلول های یوکاریوت استفاده می شوند، به هیچ عنوان از کارکنان و فضای آزمایشگاه حفاظت نمی کنند.

نکات ایمنی هنگام کار با هودهای زیستی:

- ۱) جریان هوای ورودی به داخل هود می تواند در اثر حرکات رفت و آمدهای افراد نزدیک به هود، باز و بسته شدن درها و پنجره های باز مختل شده یا با سرعت بیشتری وارد محفظه کاری شود.
- بنابراین محل قرارگیری هودها در آزمایشگاه باید در محلی با رفت و آمد اندک و دور از جریان های شدید هوا باشد.
- ۲) هنگام کار با هود، دست ها باید تا آرنج در داخل محفظه قرار بگیرند.
- ۳) باید دست ها را به آرامی به داخل محفظه وارد کرده و به آرامی از آن خارج نمود .
- ۴) قبل از وارد کردن وسایل به محفظه هود باید سطح آنها را با الکل ۷۰ درصد ضد عفونی نمود.
- ۵) شدت تابش UV باید به طور مرتب کنترل شود.
- ۶) قبل و بعد از استفاده سطح کار با الکل ۷۰ درصد تمیز شود .
- ۷) هنگام کار با هود روپوش آزمایشگاهی پوشیده شود. در صورت نیاز باید از دستکش نیز استفاده گردد.
- ۸) لازم است ۵ دقیقه بعد از اتمام کار، هود را روشن بگذارید.

● پیپت:

از پیپت برای برداشتن مایعات استفاده می شود.

نکات ایمنی هنگام کار با پیپت:

- ۱) همواره از پوآر استفاده شود. پیپت کردن به وسیله دهان باید ممنوع شود.
- ۲) مایعات نبایستی به شدت و با فشار از پیپت ها خارج شود.

۳) پیپت‌های آلوده بایستی کاملاً در یک ماده ضدعفونی کننده و در یک ظرف غیرقابل شکستن قرار گیرند و قبل از استفاده مجدد به مدت مناسب در ماده ضدعفونی کننده قرار داشته باشند.

برای اجتناب از پخش مواد آلوده‌ای که از پیپت استفاده می‌شود بایستی یک ماده جاذب بر روی سطح کار قرار داده شود. این ماده جاذب بایستی همانند ضایعات آلوده بعد از مصرف دور انداخته شود.  
سانتریفیوژها:

۱) نمونه برای استفاده بایستی از شیشه ضخیم ساخته شده یا ترجیحاً پلاستیکی باشند و جهت عیب‌یابی قبل از مصرف بازرسی کردند

۲) برای عمل سانتریفیوژ کردن لوله‌ها و ظروف نمونه بایستی همیشه به صورت محکم و مطمئنی سرپوش داشته باشند (در صورت امکان سرپوش پیچی)

۳) لوله‌ها باید به صورت بالانس قرار گیرند.

۴) هنگامی که دور کامل سانتریفیوژ تمام شد درب آن را باز نمایید.

● هموژنایزر:

از این وسیله برای خرد کردن و همگن کردن نمونه‌های زیستی مانند بافت‌ها و لیز کردن سلول‌ها استفاده می‌شود.

نکات ایمنی هنگام کار با هموژنایزر:

۱) آن را در یک محفظه بسته یا هود بیولوژیک قرار دهید.

۲) بعد از اتمام کار، سطوح محفظه را با دستمال آغشته به مواد ضدعفونی کننده تمیز کنید.

۳) بهتر است ماده‌ای که قرار است توسط هموژنایزر خرد شود درون ظرف شیشه‌ای قرار نگیرد.

۴) چنانچه ماده مورد نظر داخل ظرف شکستنی است، بهتر است آن را درون ظرف دیگری قرار داد تا در صورت شکسته شدن ظرف، مواد پخش نشود.

۵) این وسیله هنگام کار آبروسل تولید می‌کند و بهتر است پس از اتمام کار درب محفظه یا هود به مدت یک الی ۵ دقیقه بسته بماند تا این ذرات رسوب کنند.

● شیکر:

هم‌زدن و مخلوط کردن مایعات موجود در فلاسک‌ها، فالکن‌ها و لوله‌های آزمایش را می‌توان به کمک این دستگاه انجام داد.

مهم‌ترین استفاده شیکر، کشت باکتری و انواع دیگر میکروارگانیسم‌ها است.

نکات ایمنی هنگام کار با شیکر:

(۱) این وسیله هنگام کار آبروسل تولید می‌کند و بهتر است پس از اتمام کار درب محفظه به مدت یک الی ۵ دقیقه بسته بماند تا این ذرات رسوب کنند.

(۲) پس از اتمام کار بایستی سطوح محفظه و دستگاه را با دستمال آغشته به مواد ضدعفونی کننده تمیز کرد.

#### • سونیکاتور :

سونیکاتور ابزاری جهت تولید صوت در فرکانس بالا است و سلول‌ها یا اسیدهای نوکلئیک را تخریب می‌کند. سونیکاتور دو خطر عمده دارد:

الف) آبروسل‌های فراوانی تولید می‌کند زیرا حجم زیادی از انرژی وارد مایع می‌شود.

ب) ممکن است صوت ایجاد شده در فرکانس بالا سبب بروز آسیب‌های شنوایی شود.

نکات ایمنی هنگام کار با سونیکاتور :

(۱) آن را داخل یک محفظه بسته یا هود بیولوژیک قرار دهید تا آبروسل‌های کمتری در محیط پخش شوند.

(۲) هنگام کار از ماسک‌های صورت استفاده کنید.

(۳) چنانچه سونیکاتور در یک محفظه مقاوم به صوت قرار ندارد حتماً از گوشی‌های محافظ استفاده کنید.

(۴) پس از اتمام کار، ماسک‌ها و محفظه اطراف سونیکاتور ضدعفونی گردند.

#### • یخچال و فریزر:

یخچال‌ها و فریزرها محل نگهداری طولانی مدت مواد در دماهای پایین هستند و باید به طور مرتب مورد بررسی قرار گیرند. باید حاوی دماسنج باشند که دما را نشان دهند که در صورت خرابی یخچال، مواد داخل آن، خراب نشود.

اصول ایمنی هنگام کار با یخچال و فریزر:

(۱) یخچال‌ها و فریزرهای خیلی سرد و قفسه‌های دی اکسید کربن جامد، بایستی به فواصل منظم یخ آنها آب شده و تمیز شوند و بایستی هر نوع آمپول، لوله و غیره که در آنها نگهداری می‌شود و شکسته شده‌اند خارج شود.

(۲) کلیه ظروفی که در یخچال‌ها و غیره نگهداری می‌شوند بایستی به صورت واضح و روشن با نام علمی و اطلاعات مربوط به

محتویات تاریخ نگهداری و نام کسی که آنها را انبار کرده برچسب بخورند مواد برچسب نخورده و مواد غیر قابل استفاده بایستی اتوکلاو شده و دور انداخته شود.

(۳) لیست اجناس از محتویات فریزرها باید موجود باشد.

(۴) ترکیبات قابل اشتعال نباید در یخچال نگهداری شوند مگر آنکه یخچال از نوع ضد انفجار باشد .

(۵) باید روی یخچال برگی‌ای که نشان‌دهنده مواد داخل آن است قرار گیرد.

## • اتوکلاو:

اتوکلاو وسیله‌ای برای ضدعفونی کردن وسایل و مواد است که در دما و فشار بالا کار می‌کند.

اصول ایمنی هنگام کار با اتوکلاو:

- (۱) تمام دریچه‌ها را قبل از روشن کردن اتوکلاو کنترل کنید تا در وضعیت مناسبی قرار داشته باشند.
- (۲) موادی که بسیار سریع تبخیر شده ( اتانول، کلروفرم) و یا قابل اشتعال هستند را نباید اتوکلاو کرد.
- (۳) اتوکلاو نمودن مواد خورنده ( اسیدها و بازها و فنل ها )، حلال‌ها و مواد رادیواکتیو ممنوع است.
- (۴) موادی که اتوکلاو می‌شود بایست در ظرفی قرار داده شود که انتقال بخار و حرارت ممکن باشد.
- (۵) چنانچه ظرف حاوی ماده درب دارد، درب آن باید شل بسته شود.
- (۶) بین وسایل به قدر کافی فضا وجود داشته باشد تا تبادل بخار به خوبی رخ دهد.
- (۷) درب اتوکلاو و کمک پیچ‌های موجود سفت و محکم شود اما نباید آنها را بیش از حد محکم نمود.
- (۸) پس از اتمام اتوکلاو تا زمانی که فشار بالا و دما بالاتر از ۸۰ درجه سانتیگراد است نباید به هیچ وجه در اتوکلاو را باز نمود.
- (۹) بخار اتوکلاو باید به تدریج و به آرامی خارج شود. این امر به خصوص زمانی که مایعات اتوکلاو شده‌اند دارای اهمیت است.
- (۱۰) هنگام بازکردن اتوکلاو (حتی زمانی که دمای آن پایین‌تر از ۸۰ درجه سانتیگراد است) باید از دستکش و عینک مناسب استفاده نمود.

(۱۱) صحت کار اتوکلاو و قدرت ضدعفونی کردن آن باید به طور مرتب کنترل شود .

## • نیتروژن مایع:

نیتروژن مایع دارای نقطه جوش منهای ۱۹۶ درجه سانتیگراد می‌باشد و در تماس با پوست می‌تواند سبب یخ‌زدگی، سوختگی و زخم‌های ناشی از سرما شود.

اصول ایمنی هنگام کار با نیتروژن مایع:

- (۱) هنگام کار با نیتروژن مایع سر را در حد ممکن دور نگه دارید.
- (۲) نواحی پوشیده نشده بدن نباید در تماس مستقیم با نیتروژن یا ظروف دارای آن باشند زیرا ممکن است دچار یخ‌زدگی شده یا به بدنه ظرف بچسبند.
- (۳) ظروفی که برای کار در دمای معمول آزمایشگاهی ساخته شدن ممکن است در دمای پایین ترک خورده یا بشکنند. ظرفی که برای نگهداری در نیتروژن مایع ساخته می‌شوند ممکن است در اثر تغییر دمایی شدید دچار ترک خوردگی شده و گاهی بشکنند.
- (۴) حتماً از دستکش مخصوص غیرقابل نفوذ که مخصوص کار با نیتروژن است استفاده گردد.

۵) دستکش‌ها باید قدری بزرگ انتخاب شوند تا در اثر ریختن نیتروژن در آن‌ها، به راحتی بتوان از دست درآورد.

۶) حتماً هنگام کار از عینک و ماسک صورت استفاده شود.

ورتکس\_ اسپین :

از این وسیله برای مخلوط کردن شدید مایعات یا جمع کردن ذرات و قطرات مایع در ته یک ویال استفاده می‌شود.

نکات ایمنی هنگام کار با این دستگاه:

۱) قبل از شروع کار از محکم بودن محور چرخنده آن اطمینان حاصل شود.

۲) برای اسپین کردن بهتر است تعادل بین ویال‌ها وجود داشته باشد.

۳) در صورتی که تعداد نمونه‌ها کافی نیست از آب مقطر یا الکل برای تراز کردن استفاده نمایید.

۴) از سالم بودن بدنه ویال‌ها قبل از ورتکس نمودن اطمینان حاصل شود.

۵) درب ویال‌ها حتماً بسته باشد تا نشت مواد به بیرون انجام نگیرد.

۶) بدنه خارجی ویال‌ها خشک بوده و قطرات ماده بر روی آن وجود نداشته باشد.

۷) قبل از توقف کامل دستگاه از برداشتن نمونه‌ها خودداری شود.

#### • صفحه گرم کننده (Hot plate)

صفحه گرم کننده جهت حرارت دادن مایعات تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد یا بیشتر استفاده می‌شود.

نکات ایمنی هنگام کار با صفحه گرم کننده :

۱) از تنظیم این دستگاه بر روی دماهای بیشتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد خودداری شود. هرچند که رسیدن به دماهای بالاتر ممکن باشد.

۲) از ذخیره سازی و نگهداری مواد تبخیر شونده و قابل اشتعال در نزدیکی این وسیله خودداری شود.

۳) پس از اتمام کار و خاموش نمودن دستگاه تا زمانی که دمای آن پایین نیامده، علامت یادداشت خطر در کنار دستگاه قرار داده شود تا سایرین دچار سوختگی نشوند.

۴) از پایین آوردن دمای دستگاه به صورت ناگهانی با ریختن آب سرد یا قرار دادن یخ بر روی آن جدا خودداری شود.

۵) از حرارت دادن حجم زیاد مایعات در ظروف درب خودداری شود. افزایش فشار درون ظرف سبب باز شدن خود به خودی

درب ظرف و سراریز شدن مایعات می‌شود. در چنین حالتی باید یا حجم مایعات را کاهش داده یا از حرارت دادن زیاد آن خودداری نمود.

• مایکروویو:

از دستگاه مایکروویو جهت حرارت دادن و گرم کردن اجسام و مواد در زمان کوتاه استفاده می‌شود. این دستگاه با استفاده از انرژی امواج رادیویی کوتاه سبب گرم شدن اجسام می‌شود. این دستگاه مخصوص کارهای آزمایشگاهی است و غذا گرم کردن در آن ممنوع است.

نکات ایمنی هنگام کار با مایکروویو:

(۱) دستگاه را در حالیکه خالی است نباید روشن نمود زیرا امواج مایکروویو می‌تواند سبب آسیب به دیواره‌های داخلی دستگاه شود.

(۲) به طور مرتب نوارهای لاستیکی دور درب از نظر سالم بود و تمیزی مورد بررسی قرار دهید.

(۳) به هیچ وجه نباید از دستگاه که در میان نوارهای لاستیکی دور آن آسیب دیده استفاده نمود که این دستگاه سبب پراکنش امواج خطرناک رادیویی در محیط می‌شود.

(۴) هیچگاه و به هیچ وجه با فشار دادن ضامن در نباید دستگاه را با درب باز روشن نمود.

(۵) هنگام روشن بودن دستگاه بهتر است از نزدیک شدن زیاد به آن خودداری نموده و فاصله ایمنی با آن رعایت شود.

(۶) چنانچه ماده درون دستگاه شروع به جرقه زدن کرد و شعله‌ور شد باید به سرعت دستگاه را خاموش نموده و کابل آن را از برق بکشید. بهتر است درب آن نیز برای مدتی بسته نگه داشته شود.

(۷) نباید ظروف با درب کاملاً بسته و بدون منفذ درون دستگاه قرار داده شوند. همچنین اگر جسم ماده مورد نظر درون کیسه-های نایلونی قرار دارد باید منافذی برای خروج بخار در آن تعبیه شود.

(۸) ظروف فلزی و وسایل دارای اجزای فلزی و حتی فویل‌های آلومینیومی را نباید درون دستگاه قرار داد زیرا سبب جرقه زدن و آسیب به دستگاه می‌شود.

(۹) نباید در زمان‌های طولانی به مایعات و سایر مواد حرارت داد. این کار سبب سوختگی مواد و گاه پرتاب شدن قطرات و ذرات آن به اطراف می‌شود.

(۱۰) برای خروج وسایل باید از دستکش استفاده نمود.

(۱۱) چنانچه پس از خروج ظرف، مایع درون آن در حال جوشش باشد بهتر است قبل از برداشتن درب ظرف چند دقیقه صبر نمود تا مایع از جوش افتاد و به تعادل برسد.

• کپسول‌های گاز:

کپسول گاز با توجه به نوع محتوای آن می‌تواند سمی، اشتعال پذیر، خورنده، اکسیدکننده، خنثی و گاهی دارای چندین خطر همزمان باشد. خطرات کپسول‌های گاز شامل خفگی، آتش سوزی، انفجار، سوختگی و سمیت باشد.

نکات ایمنی هنگام کار با کپسول گاز:

۱) اگر این کپسول‌ها بزرگ هستند باید با زنجیر و بست مناسب به دیوار متصل شوند تا از افتادن آنها و صدمه به افراد جلوگیری شود.

۲) هنگامی که از آنها استفاده نمی‌شود، درپوش آنها گذاشته شود.

۳) نوع گاز موجود در کپسول با برجسیبی بر روی آن مشخص شود.

۴) تست‌های هیدرواستاتیک به طور مرتب روی آنها انجام شود.

● نکات تکمیلی:

۱) هنگام خروج از آزمایشگاه کلیه وسایل برقی خاموش شوند.

۲) اگر ماده خطرناکی در ظرف و بر روی میز قرار دارد حتما باید با برجسب نام‌گذاری شده و نام فرد پژوهشگر و شماره تلفن فرد پژوهشگر نوشته شود.

۳) خوردن و آشامیدن در محیط آزمایشگاه ممنوع می‌باشد.

۴) نحوه ضدعفونی سطوح و ابزار آزمایشگاه باید ذکر شود.



## Material Safety Data Sheet (MSDS)

برگه‌ی اطلاعات فنی می‌باشد که اطلاعات مربوط به مخاطرات ویژه، کارکردن ایمن، دستورالعمل‌های اضطراری و اطلاعات اساسی بهداشتی و ایمنی مواد شیمیایی را برای مصرف و کاربرد آن‌ها در محیط کار توسط کارکنان بیمارستان، کارگران و کارفرمایان صنایع، کشاورزی، ساختمان‌سازی و دیگر محل‌های کاری مشخص می‌نماید.

باید برگه اطلاعات ایمنی مواد، پرینت گرفته شود و در آزمایشگاه موجود باشد و کارکنان از محل قرارگیری آن اطلاع داشته باشند تا هنگام ایجاد مشکل به آن مراجعه نمایند.

به‌طور کلی یک MSDS حاوی اطلاعات طبقه‌بندی می‌باشد که تعدادی از آن‌ها عبارت‌اند از :

- هویت ماده شیمیایی و ترکیب یا اطلاعات مربوط به اجزاء سازنده آن

- آشنایی با خطرات احتمالی

- اقدامات اولیه اورژانسی

- اقدامات اولیه در مواجهه با حریق

- اقدامات اولیه در صورت ریختن اتفاقی ماده شیمیایی

- شیوه صحیح حمل‌ونقل و نگهداری

- روش‌های مهار کردن سرایت آن

- محافظت افراد در برابر ماده شیمیایی

- خواص فیزیکی و شیمیایی

- پایداری و واکنش‌پذیری

- اطلاعات سمیت ماده شیمیایی

- اطلاعات اکولوژیکی

- اصول صحیح معدوم کردن پسماندهای آن

- اطلاعات لازم در مورد جابجا کردن آن

- سایر اطلاعات



**تأثیر ماده بر سلامتی**

**تماس با چشم:** اسید تصدعات شدید و گوری چشم می شود.

**تماس با پوست:** تحریک شدید پوست، سوزشگی شدید و در نهایت

**نفسین و خوردن:** سبب سوزشگی حاد شده در دهان، تری و درد شکم به همراه استفراغ و اسهال حاد

**تماس:** تحریک بینی و گلو، سر درد

**کمک های اولیه**

**تماس با چشم:** مستحضر شده و زودکار با آب فراوان جفاقی به مدت 15 دقیقه. جهت جلوگیری از آسیب دائمی به چشم سرعت در شستشو بسیار مهم است.

**تماس با پوست:** مستحضر سریع موجب آسیب دیرینه با آب و مایون معادل به مدت 15 دقیقه. تراورتن لباسهای آلوده همزمان در زیر دوش

**نفسین و خوردن:** به شخص بیهوش هرگز چیزی نخورانید و اسید را با مقدار زیادی از آب یا شیر رقیق کنید.

**تماس:** انتقال مصدوم به هوای تازه و دادن تنفس مصنوعی در صورت لزوم.

**اطلاعات آتش سوزی**

**خطر آتش گری:** این ماده شرفای اشتعال اما یک عامل اکسید کننده قوی است و ممکن است در اثر تماس با مواد قابل اشتعال سبب انفجار گردد.

**روش مناسب خاموش کردن:** هرگز از آب برای خاموش کردن حریق آن استفاده نکنید.

**اقدامات در زمان پیش تصادفی ماده**

**بیشتری های شخصی:** از هر گونه تماس با این ماده بپرهیزید.

**جمع آوری و پاکسازی:** مایعات نشت کرده و ریخته شده را در داخل ظروف غیر قابل نشت جمع آوری کنید. مایعات ریخته شده را با آمونیاک توسط کربنات سدیم خنثی نموده البته با نظارت یک کارشناس. باقیمانده مواد را با آب فراوان بشویید.

**وسایل احتیاطی مورد نیاز**

**حفاظت پوست:** دستکش ایمنی و لباس حفاظتی

**حفاظت تنفس:** ماسک نیم صورت به همراه کار ترنج گاز و بخارات

**حفاظت چشم:** عینک ایمنی، شیلد و یا ماسک تمام صورت فیلتر دار

**حفاظت بدن:** کفش ایمنی

**جایابی و انبارداری**

**شرایط انبارداری:** با دسترسی در محاسن تمیز و با کف ضد اسید و با راهکشی خوب و لهو به مناسب انبار شود. از نور مستقیم خورشید دور نگه داشته شود. از ضربات فیزیکی و آب دور باشد. از مواد آلی، پوخر فلزات، کروماتها، کربناتها، نیتراتها، اکسیدگراها و ... دور نگهداشته شود.

آشنایی با نمادهای مواد شیمیایی

توضیح علائم روی بسته مواد

اکسید کننده	خورنده	قابلیت اشتعال زیاد	بشدت قابل اشتعال	قابل انفجار
خطرناک برای محیط زیست	تحریک کننده	مضر	خیلی سمی	سمی

## استریل سازی

برای جلوگیری از انتقال آلودگی‌های آزمایشگاهی لازم است تعداد میکروارگانیسم‌ها در فضای آزمایشگاه کاهش داده شود.

سه مکانیزم عمومی برای کاهش تعداد میکروارگانیسم‌ها وجود دارد: حرارت، مواد شیمیایی و پرتودهی.

از حرارت برای استریل‌سازی و تخریب تمام میکروارگانیسم‌ها و اسپوره‌ایشان استفاده می‌شود. مواد شیمیایی و پرتودهی، تنها عوامل و میکروارگانیسم‌های زنده را از بین برده و اثری روی اسپورها ندارند.

### ۱- حرارت

یک عامل فیزیکی است که می‌توان از آن برای از بین بردن عوامل پاتوژن استفاده کرد. حرارت می‌تواند به دو صورت خشک و مرطوب باعث رفع آلودگی شود.

حرارت مرطوب ( بخار):

حرارت مرطوب اثر قوی‌تری برای حذف آلودگی نسبت به حرارت خشک دارد و در اتوکلاوها از آن استفاده می‌شود.

اتوکلاو

در اتوکلاو بخار فراوان و فشار زیاد همزمان وجود دارند و می‌توانند به طور مناسبی سبب استریل شدن مواد و وسایل شوند. به طور کلی اتوکلاوهای آزمایشگاهی در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد، ۲۵۰ درجه فارنهایت و فشار ۱۵ psi عمل می‌کنند. زمان این نوع استریلیزاسیون با توجه به نوع ماده، مقدار و خصوصیات فیزیکی آن تعیین می‌شود. فشار زیاد و بخار شدید می‌تواند بسیار خطرناک باشد بنابراین باید در استفاده از این روش دقت کافی به خرج داد.

حرارت خشک

این نوع حرارت اثرات خورنده نداشته و از آن برای استریل‌سازی سطوح سخت و لوازم آزمایشگاهی شیشه‌ای استفاده می‌شود. استریل‌سازی در دمای ۱۶۰-۱۷۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۲ الی ۴ ساعت رخ می‌دهد. از آنجا که در هر بار استریل نمودن، مقدار و نوع وسایل یا مواد آلوده متفاوت است، زمان حرارت دادن نیز تغییر خواهد کرد. از اسپورهای *باسیلوس استئاروترموفیلوس* برای کنترل مناسب بودن زمان و دمای استریل‌سازی می‌توان استفاده کرد.

سوزاندن

سوزاندن نوعی حرارت خشک است و روش مناسبی برای دفع زباله‌های بیولوژیک مانند لاشه حیوانات، نمونه‌های بافتی و ... می‌باشد. در این روش نه تنها زباله‌های بیولوژیک از بین می‌روند بلکه حجم آنها به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. گاه عوامل عفونی موجود در چنین نمونه‌هایی به طور کامل از بین نمی‌روند و خاکستر حاصل ممکن است همچنان آلوده باشد. کوره‌های مخصوص چنین عملیاتی بین ۸۰۰-۱۰۰۰ درجه حرارت دارند.

## جوشاندن

جوشاندن نیز یک راه کاهش تعداد میکروارگانیسم‌هاست ولی الزاما تمام میکروارگانیسم‌ها یا پاتوژن‌ها را نمی‌کشد. در عدم حضور وسایل دیگر (مانند مواد شیمیایی مناسب یا اتوکلاو) می‌توان از این روش استفاده نمود.

## ۲- پرتو دهی

اشعه ماورا بنفش می‌تواند جهت غیرفعال نمودن میکروارگانیسم‌های هوا و سطوح (مانند هودهای زیستی) مورد استفاده قرار گیرد. طول موج مورد استفاده برای چنین مصارفی ۲۱۰-۳۱۰ نانومتر می‌باشد. اگرچه این پرتو علیه بسیاری از میکروب‌ها موثر است، اما دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. نفوذپذیری این اشعه محدود بوده و تنها علیه میکروب‌های موجود در سطوح باز و هوا اثر می‌کند. اشعه UV نمی‌تواند عوامل موجود در خاک و غبار غلیظ را غیرفعال کند. میزان تاثیر اشعه به فاصله از منبع آن بستگی دارد. هر چه از منبع اشعه دورتر شویم، با توجه به کاهش شدت اثر آن لازمست زمان پرتو دهی افزایش یابد. همچنین گرد و غبار روی لامپ UV به شدت بر روی کارایی پرتو آن موثر است. لامپ‌های UV را باید به طور مرتب با دستمال نرم گردگیری کرد.

## ۳- مواد شیمیایی

تعداد زیادی از مواد شیمیایی وجود دارند که می‌توان از آن‌ها برای رفع آلودگی میکروبی استفاده نمود. این مواد می‌توانند به صورت مایع و یا گاز مورد استفاده قرار گیرند. فعالیت بسیاری از این مواد در دماهای بالاتر، بهتر و سریعتر انجام می‌گیرد افزایش دما سبب تبخیر سریع‌تر و تجزیه شدن آنها نیز می‌گردد. بسیاری از مواد کشنده میکروارگانیسم‌ها بر انسان و محیط زیست اثرات منفی می‌گذارند. بنابراین انتخاب، ذخیره سازی، نحوه کار با آن‌ها و دور ریختن مقادیر اضافی باید با دقت و طبق دستورالعمل درج شده بر روی ظروف آن‌ها باشد. هنگام کار، پرسنل باید مجهز به پوشش ایمنی، دستکش، پیش‌بند و عینک ایمنی باشند. در زیر به تعدادی از معمول‌ترین مواد شیمیایی ضد عفونی کننده اشاره شده است. لطفا به رقت‌های اشاره شده برای هر ترکیب دقت نمایید.

کلرین یک اکسیدکننده بسیار سریع است که به وفور برای عملیات ضد عفونی کردن استفاده میشود. مایع سفید کننده خانگی یک کلرین یا به طور دقیق‌تر، فرم محلول سدیم هیپوکلریت می‌باشد. این مایع را می‌توان با آب رقیق کرده و با غلظت‌های متفاوت برای ضد عفونی کردن استفاده نمود.

فرمالدهید (HCHO) گازی است که تمام میکروارگانیسم‌ها و اسپوره‌ایشان را در دماهای بالاتر از ۲۰ درجه می‌کشد. اما نمی‌تواند سبب از بین رفتن پریون‌ها شود. فرمالدهید کند عمل می‌کند و نیاز به رطوبت حدود ۷۰٪ دارد. این ماده به فرم جامد و گاه به صورت قرص به فروش می‌رسد. محلول گاز در مایع ۳۷٪ آن نیز موجود است. برای استفاده از این ماده آن را حرارت می‌دهند تا گاز آن متصاعد شود. فرمالدهید برای ضد عفونی کردن فضاها با حجم‌های محدود مانند هودهای بیولوژیک آلوده و یا اتاق‌ها به کار می‌رود. برای فرمالدهید اثرات کارسینوژنی نیز گزارش شده است.

این ماده بسیار خطرناک بوده و تحریک کننده است. استشمام گازهای آن سبب التهاب شدید مخاط‌های تنفسی و چشم‌ها می‌گردد. اتانول (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) و پروپانول 2CHOH(CH<sub>3</sub>) اثرات ضد میکروبی مشابه دارند. الکل‌ها را می‌توان علیه باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌های لیپیدی استفاده کرد اما اثری بر اسپورها ندارد. اثر الکل‌ها بر ویروس‌های غیر لیپیدی متغیر است. بیشترین اثر مهاری این مواد

در غلظت ۷۰٪ در آب دیده می‌شود و غلظت‌های بالاتر و پایین‌تر آن‌ها اثر کشندگی بر میکروب‌ها ندارد. مهم‌ترین فایده الکل‌ها آنست که محلول‌های آبی آن‌ها باقیمانده یا رسوبی بر روی سطوح باقی نمی‌گذارد. ترکیب سایر مواد ضدعفونی کننده با الکل بسیار کارا تر خواهد بود. به عنوان مثال با افزودن فرمالدهید ۱۰٪ به الکل ۷۰٪ و یا الکل حاوی کلرین ۰٫۲٪ پاک‌کننده‌هایی بسیار کارا تولید می‌شود. از محلول ۷۰٪ اتانول می‌توان برای تمیز کردن سطح پوست، سطوح میز آزمایشگاهی، هودهای بیولوژیک و همچنین وسایل کار استفاده نمود. باید توجه داشت که اتانول برای از بین بردن اسپورها و ویروس‌های غیرلیپیدی اصلاً مناسب نمی‌باشد. الکل‌ها سریع تبخیر می‌شوند و اشتعال پذیرند و نباید در کنار شعله مورد استفاده قرار بگیرند.

### اقدامات فوریتی

در تمام آزمایشگاه‌هایی که با نمونه‌های زیستی اعم از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، حیوانات آزمایشگاهی یا نمونه‌های بافتی و مایعات بدن انسان و حیوانات و ... انجام می‌شود، ممکن است مواردی از انتقال آلودگی به کارکنان به وجود بیاید. در چنین مواقعی لازم است اقدامات کمک‌رسان به صورت صحیح و به موقع انجام بگیرد تا تبعات مواجهه با عوامل پاتوژن به حداقل برسد. زخم‌های باز، بریده شدن پوست و خراش‌های سطحی:

ابتدا لباس یا پوشش ناحیه آسیب‌دیده خارج شده سپس سطح زخم را با محلول ضدعفونی کننده مناسب شستشو دهید. فرد آسیب‌دیده را باید به سرعت به مراکز درمانی انتقال داده و اطلاعات کامل نحوه بروز آسیب و نوع عامل پاتوژن موجود در نمونه به پزشک گزارش شود.

بلع مواد آلوده به پاتوژن:

روپوش و سایر پوشش‌های ایمنی از بدن فرد آسیب دیده خارج گردد و نوع ماده بلعیده شده و تبعات آلودگی با عامل پاتوژن موجود در آن ضمن انتقال بیمار به مراکز درمانی، گزارش داده شود.

آزاد شدن آبروسل‌ها از مایعات آلوده:

تمام پرسنل سریعاً فضای آلوده شده را ترک نموده و افرادی که در معرض آلودگی بوده‌اند به مراکز درمانی مراجعه کنند. هیچ‌کس تا یک ساعت پس از آزاد شدن آبروسل‌های آلوده حق ورود به اتاق را ندارد تا ذرات بسیار ریز در فضا پراکنده شده و تراکمشان کاهش یافته و ذرات بزرگ‌تر و سنگین‌تر بر روی سطوح رسوب نمایند. اگر اتاق آلوده شده فاقد سیستم تهویه مرکزی است، ورود به اتاق باید با تاخیر بسیار طولانی‌تر (۲۴ ساعت) انجام گیرد. در این حال لازم است علائم هشداردهنده بر روی درب اتاق نصب شود. پس از اتمام این زمان، عملیات ضدعفونی کردن با پوشش مناسب و با استفاده از ماسک‌های تنفسی صورت گیرد.

شکسته شدن ظروف و پخش شدن نمونه‌های آلوده:

در صورت شکسته شدن ظرف حاوی مواد آلوده یا پاتوژن و پخش شدن آن بر روی سطوح باید بلافاصله سطح مایعات آلوده را با پارچه یا حوله‌های کاغذی پوشاند. مواد ضدعفونی کننده باید بر روی این لایه‌ها ریخته شوند و برای مدت زمان کافی باقی بمانند.

پس از گذشت زمان کافی می‌توان قطعات ظروف شکسته و لایه‌های جاذب را جمع‌آوری نمود. سطح آلوده را باید مجدداً با مواد ضدعفونی کننده شستشو داد. وسایلی که حین فرآیند پاکسازی آلوده شده‌اند باید ابتدا توسط مواد مربوطه ضدعفونی شده و در آخر اتوکلاو شوند. در تمام مراحل پوشیدن دستکش ضروری است.

شکسته شدن لوله‌های حاوی نمونه‌های آلوده هنگام سانتریفیوژ نمودن:

چنانچه حین حرکت سانتریفیوژ یکی از لوله‌ها شکسته یا حتی احتمال می‌رود چنین اتفاقی افتاده باشد، باید بلافاصله دستگاه را خاموش نمود و درب آن را حداقل به مدت نیم ساعت بسته نگه داشت تا ذرات معلق رسوب نمایند. چنانچه بعد از باز نمودن درب مشخص شد یکی از لوله‌ها واقعاً شکسته شده باید درب سانتریفیوژ را برای مدت نیم ساعت دیگر بسته نگه داشت. برای عملیات پاکسازی بهتر است از دستکش‌های ضخیم لاستیکی که بر روی آن‌ها دستکش‌های یکبار مصرف پوشیده شده است، استفاده شود. به کمک پنس و پنبه، قطعات لوله شکسته شده و مایعات ریخته شده درون سانتریفیوژ جمع‌آوری گردد. قطعات لوله‌های شکسته شده، روتور و درب آن و سایر اجزا متحرک دستگاه در مایع ضدعفونی کننده قرار داده شود. سایر لوله‌های سالم نیز به طور جداگانه (در ظرف دیگری) در همان ماده ضدعفونی کننده قرار داده شوند. سطح داخلی دستگاه باید با دستمال آغشته به ماده ضدعفونی کننده با غلظت مناسب شسته شود سپس با آب پاک شده و در آخر خشک شود.

### زباله (Waste)

به هر چیزی گفته می‌شود که باید دور ریخته شود. ضدعفونی کردن زباله‌ها قبل از خارج کردن آنها از فضای آزمایشگاه بسیار اهمیت دارد. بسیاری از وسایل شیشه‌ای، ابزارها و پوشش‌های آزمایشگاهی مرتباً استفاده می‌شوند و دورریختنی نیستند. مواد دورریختنی باید قبل از دفع به کمک اتوکلاو کردن یا تحریق ضدعفونی گردند.

۱- زباله‌های غیرآلوده (فاقد قدرت عفونت زایی): این زباله‌ها را می‌توان مجدداً استفاده کرد و در صورت عدم نیاز، همراه با زباله‌های "خانگی" خارج نمود.

۲- زباله‌های آلوده (عفونت‌زا) تیز و برنده: سوزن‌ها، تیغ‌ها یا اسکالپل، چاقو و قطعات شکسته شده شیشه این زباله‌ها باید در ظرف‌های اختصاصی تهیه شده برای اجسام تیز و برنده جمع‌آوری شوند و قبل از دور ریختن با اتوکلاو ضدعفونی گردند.

۳- مواد آلوده‌ای که اتوکلاو شده و دور ریخته می‌شوند.

۴- مواد آلوده‌ای که پس از تیمار با مواد ضدعفونی کننده شیمیایی دور ریخته می‌شوند.

۵- مواد آلوده‌ای که پس از انجام اتوکلاو مجدداً استفاده می‌شوند.

## اجسام تیز و برنده

سوزن‌ها پس از استفاده دوباره با در پوشانده می‌شوند و در محفظه اختصاصی وسایل تیز و برنده جمع‌آوری می‌گردند. این محفظه‌ها در برابر بریدگی و فشار بسیار مقاومند. زمانیکه  $\frac{3}{4}$  آن‌ها پر شد، باید با سایر زباله‌های بدون مصرف اتوکلاو شوند. به هیچ وجه چنین زباله‌هایی نباید با سایر زباله‌ها به ویژه زباله‌های خانگی دور ریخته شوند.

مواد آلوده که اتوکلاو شده و مجدداً استفاده می‌شوند به هیچ وجه قبل از اتوکلاو کردن نباید در تماس با افراد قرار گیرند. در اولین مرحله ضدعفونی کردن، اتوکلاو انجام می‌شود و در صورت نیاز سایر مراحل آلوده‌زدایی نیز اعمال می‌گردد.

مواد آلوده که اتوکلاو شده و دور ریخته می‌شوند، تمام مواد آلوده که قرار است اتوکلاو شده و دور ریخته شوند باید درون محفظه‌های بسته مانند کیسه‌های پلاستیکی سالم و بدون سوراخ قرار گیرند. محیط‌های کشت آلوده یا پلیت‌های جامد کشت باکتری‌ها جز این دسته از زباله‌ها محسوب می‌شوند. چنین زباله‌هایی بهتر است پس از اتوکلاو شدن سوزانده شوند.

## قوانین ایمنی آزمایشگاه :

۱. پوشیدن روپوش آزمایشگاه الزامی است و قبل از شروع هرگونه آزمایش از بسته بودن تمام دکمه‌های آن اطمینان حاصل شود.
۲. راه‌های عبور و مرور داخل آزمایشگاه را با قرار دادن وسایل اضافی و غیرضروری مانند کیف و کتاب و ... اشغال نکنید و با جای‌گذاری آن‌ها داخل قفسه‌ها یا روی میز مربوط به وسایل باعث سهولت در عبور و مرور شوید.
۳. موهای بلند (اعم از موهای تا زیر چانه یا بلندتر) به منظور جلوگیری از خطر آتش‌گیری باید از پشت سر جمع شوند.
۴. توجه شود که استفاده از کفش‌های مخصوص و عینک‌های محافظ بر اساس نوع آزمایشگاه و آزمایش مربوطه می‌تواند الزامی باشد.
۵. آهسته و بی‌صدا کار کنید و قبل از شروع آزمایش دستور کار آن را کامل مطالعه کنید و به طور جدی به هشدارهای اشاره شده در دستورالعمل‌های آزمایشگاهی توجه کنید.
۶. به منظور محافظت از چشم‌ها در برابر مواد داغ (و یا در حال گرم شدن) و استفاده از نیتروژن مایع، استفاده از عینک‌های ایمنی الزامی است.
۷. آزمایشات و یا روش‌های عملی غیرمجاز نباید انجام شوند.
۸. از تکیه دادن یا نشستن بر روی میزهای آزمایشگاه خودداری کنید.
۹. خوردن و آشامیدن و جویدن در آزمایشگاه مطلقاً ممنوع!
۱۰. مکان‌های تجهیزات اتفای حریق، شست‌وشوی چشم‌ها، جعبه کمک‌های اولیه را یاد بگیرید.
۱۱. روش ایمنی جابجایی و انتقال مواد شیمیایی و وسایل آزمایشگاهی را یاد بگیرید.
۱۲. هرگونه بازی و یا شوخی با وسایل و یا افراد در آزمایشگاه مطلقاً ممنوع می‌باشد و چنانچه دانشجویی از قوانین تجاوز کند از شرکت در آزمایشات منع می‌شود.
۱۳. در صورت مشاهده هرگونه حادثه، آسیب و شکستگی شیشه‌ها و یا تجهیزات، فوراً به کارشناس آزمایشگاه گزارش دهید.
۱۴. پیپتینگ دهانی کاملاً ممنوع می‌باشد و بجای آن از ابزارهای مکش دیگر استفاده شود.
۱۵. مطلقاً مواد شیمیایی را بو نکنید و از آن‌ها نچشید.
۱۶. هرگز مواد جامد یا تکه‌های شیشه را داخل سینک نریزید.
۱۷. هرگز وسایل شیشه‌ای (مانند لوله آزمایش)، محلول‌ها و یا دیگر ابزارهای آزمایشگاهی را بالاتر از سطح چشم خود نبرید.
۱۸. دستکش‌ها و روپوش را باید قبل از خروج از آزمایشگاه از تن خارج کنید به طوری که دستگیره‌ها، تلفن‌ها و کلیدها با دستکش لمس نشوند.





۱۹. دست‌ها در هنگام خروج باید کاملاً تمیز شده باشند. در موارد خاص و ضروری باید از دستورالعمل‌های مراقبت از پوست استفاده کرد.



۲۰. بدون اجازه استاد یا کارشناس مربوطه آزمایشگاه، آزمایشگاه را ترک نکنید.

#### منابع:

۱. Laboratory Biosafety Manual, 3rd edition, World Health Organization, 2014.
۲. Safe work practices and procedures, Princeton University, New Jersey, USA
۳. Biosafety Manual, McGill University, Canada.
۴. Biological Laboratory Safety Manual, University of Cincinnati, USA.
۵. Laboratory Waste Management Guide, as part of Local Hazardous Waste Management Program,