

راهنمای مدیریت پسماندهای آزمایشگاهی

مقدمه

مدیریت پسماندهای آزمایشگاهی یکی از چالش‌های زیست محیطی است و مدیران آزمایشگاه‌ها به عنوان مسئول مرکز تولیدکننده این‌گونه پسماندها، مسئولیت دفع آن را به عهده دارند. هدف از مدیریت پسماندها، پیشگیری از انتقال عوامل بیماری‌زا به کارکنان، بیماران، جامعه و محیط زیست است که اهمیت ویژه‌ای دارد.

در این راهنما، ابتدا تعاریف مربوط به مبحث مدیریت پسماند ارائه گردیده و سپس مراحل مختلف جمع‌آوری و دفع آنها شامل بررسی اولیه، نکات ایمنی مربوط به جداسازی، آمایش در محل، طبقه‌بندی، بسته‌بندی، ذخیره‌سازی، حمل و نقل پسماندها و مستندات مربوط به آنها با توجه به شرایط و امکانات موجود آزمایشگاه‌های کشور بیان می‌گردد. بدیهی است که در شرایط کنونی و با توجه به منابع در دسترس، اجرای تمامی الزامات استانداردهای جهانی در کشورمان امکان‌پذیر نیست اما تدوین راهنمایی که مبتنی بر اصول صحیح مدیریت پسماند بوده و با استفاده از آن بتوان روش‌های کاربردی را به شیوه‌ای علمی در سطح کشور منتقل نمود، بسیار سودمند است.

یک برنامه صحیح مدیریت پسماند باید به گونه‌ای باشد که :

(الف) مسئول آزمایشگاه از حفظ سلامت مردم و همچنین محیط زیست اطراف آزمایشگاه اطمینان یابد.

(ب) تمامی مراحل انجام کار مستند شده و جزییات فعالیت‌ها مشخص گردد.

(ج) با قوانین و مقررات دولتی از جمله قانون مدیریت پسماند مصوب مجلس شورای اسلامی مورخ ۸۳/۲/۱۵ مطابقت داشته باشد.

تعاریف پایه

ارکان تشکیلات مدیریت پسماند

۱- تولیدکنندگان پسماند (آزمایشگاه‌ها اعم از پزشکی، صنعتی و تحقیقاتی)

۲- موسسات حمل و نقل پسماند

۳- موسسات مجری برنامه دفع و انهدام پسماندها

تولیدکننده پسماند

به مرکزی اطلاق می‌گردد که فعالیت‌های آن منجر به تولید پسماندهای خطرناک می‌شود که به سلامت انسان و محیط زیست لطمه وارد می‌سازد. مطابق با این تعریف ایجاد هر نوع پسماند خطرناک بدون توجه به مقدار یا نوع خاص آن سبب می‌گردد موسسه مسئول در این گروه قرار گیرد.

لازم به ذکر است که براساس قانون مدیریت پسماندها مصوب سال ۱۳۸۳ مجلس شورای اسلامی مسئولیت جمع‌آوری و دفع پسماندها برعهده تولیدکننده است.

موسسه حمل و نقل پسماند

موسسات حمل و نقل پسماند باید برای جابه‌جایی آنها از مراکز ذیصلاح و قانونی کشور مجوز دریافت نمایند. این موسسات نیز مانند تولیدکننده‌ها در قبال بسته‌بندی، طبقه‌بندی، حمل، ثبت فعالیت‌ها و ارائه گزارش از محل بارگیری و تحویل پسماندها و در نهایت تایید مدارک دال بر تحویل آنها به مراکز دفع و انهدام پسماند، مسئولیت دارند.

انواع موسسات حمل و نقل پسماند عبارتند از :

۱- حمل کننده پسماندهای معمولی

۲- حمل کننده پسماندهای عفونی

آزمایشگاه‌ها موظف هستند با توجه به تدوین آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماندهای عفونی، مستندات حمل و نقل و تاییدیه مربوط به تحویل آنها به مراکز دفع و انهدام را از این مراکز پیگیری نمایند.

۳- حمل کننده پسماندهای پرتوزا (در حال حاضر این مسئولیت برعهده سازمان انرژی اتمی است).

موسسات مجری برنامه آمایش و انهدام پسماند

این مراکز، برای بازیافت و انهدام پسماندها از روش‌هایی مانند دفن یا سوزاندن استفاده می‌نمایند، هرچند ممکن است بسته به نوع پسماند روش‌های دیگری را نیز جهت آمایش و دفع به کار برند. علاوه بر آن، مسئولیت ثبت اسناد و ارائه گزارش برای حمل پسماند به حمل‌کننده‌ها و تایید اسناد مربوط به تحویل پسماند به مراکز دفع و انهدام را جهت ارائه به مراکز تولیدکننده نیز برعهده دارند.

در حال حاضر سه نوع موسسه دفع و انهدام پسماند در کشور وجود دارد:

۱- موسسات انهدام پسماندهای معمولی:

مجوز فعالیت این مراکز توسط شهرداری صادر می گردد و مسئولیت آنها، انهدام پسماندهای معمولی یا پسماندهایی است که پس از آمایش می توان آنها را با پسماندهای معمولی دفع نمود.

۲- موسسات آمایش پسماندهای عفونی:

پسماندهای عفونی پس از انتقال از مراکز تولید، جهت سوزاندن و در نهایت دفن نمودن، به این مراکز آورده می شوند. این مراکز موظفند مستندات مربوط به تولید پسماندهای عفونی در هر مرکز را که توسط موسسه حمل و نقل به آنها تحویل می گردد، تایید و یک نسخه از آن را مجدداً توسط همان موسسه به مرکز تولیدکننده عودت دهند.

۳- موسسات آمایش پسماندهای پرتوزا:

مسئولیت آمایش پسماندهای پرتوزا در حال حاضر بر عهده سازمان انرژی اتمی است و مراکز تولید کننده این پسماندها موظفند مستندات مربوطه را با توجه به توصیه های سازمان آماده نمایند.

آمایش یا تصفیه (Treatment)

فرآیندی است که باعث کاهش تعداد میکروارگانیسم ها می شود تا حدی که توانایی ایجاد بیماری را نداشته باشند.

آلودگی زدایی (Decontamination)

شامل هر فرآیندی است که باعث حذف یا کشتن میکروارگانیسم ها می گردد. این اصطلاح در موارد حذف یا خنثی سازی مواد شیمیایی و مواد پرتوزای خطرناک نیز به کار گرفته می شود.

استریلیزاسیون (Sterilization)

فرآیندی است که باعث از بین رفتن یا کشتن تمامی انواع میکروارگانیسم و اسبورها می گردد.

ضد عفونی (Disinfection)

یک راه فیزیکی یا شیمیایی برای کشتن میکروارگانیسم ها است ولی الزاماً براسپورها اثر ندارد.

مستندات مربوط به برنامه مدیریت پسماند

➤ ارائه برنامه کاربردی مدیریت پسماند شامل جداسازی پسماندهای مختلف از یکدیگر و مراحل مختلف بررسی تا آمایش در آزمایشگاه و دفع در خارج آزمایشگاه و نحوه برخورد با موارد عدم انطباق مشاهده شده در این زمینه

➤ گزارش جلسات مربوط به ایمنی و کنترل عفونت که در آزمایشگاه و با حضور مسئولان مرتبط برگزار می گردد.

➤ سوابق مربوط به پسماندهای تولیدی در هر روز، تحویل و تایید آنها توسط موسسه های حمل و نقل و دفع و انهدام

- قراردادهای منعقد شده بین مرکز و موسسه حمل و نقل مشتمل بر وظایف و مسئولیت‌های طرفین
- مجوز مربوط به صلاحیت فنی موسسه حمل و نقل (در صورت تصویب در آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند)
- مجوز مربوط به صلاحیت فنی موسسه دفع و انهدام (در صورت تصویب در آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند)

مستندات مربوط به انهدام پسماند

در تمامی مواردی که پسماندها جهت انهدام ارسال می‌گردند باید برگه‌ای حاوی اطلاعات ذیل در سه نسخه تهیه و تکمیل گردد :

نوع پسماندهای خطرزا، مقدار یا حجم، ساعت تحویل، زمان انهدام، نام تولیدکننده، نام حمل‌کننده و نام موسسه دفع و انهدام پسماند.

سه نسخه تکمیل شده، مربوط به سه گروه تولیدکننده، موسسه حمل و نقل و موسسه دفع و انهدام پسماند می‌باشند که نسخه سوم پس از تایید موسسه‌های حمل و نقل و دفع و انهدام پسماند مجدداً به تولیدکننده بر می‌گردد تا به‌عنوان سابقه و در صورت لزوم جهت ارائه به مراکز ذیربط (ادارات امور آزمایشگاه‌های دانشگاه مربوطه یا بازرسان سازمان محیط زیست که مسئولیت نهایی کنترل این فرآیند به عهده آنان است)، در محل تولید بایگانی گردد.

انواع پسماندهای آزمایشگاهی

- ۱- پسماندهای معمولی یا بدون خطر
- ۲- پسماندهای شیمیایی
- ۳- پسماندهای عفونی
- ۴- پسماندهای تیز و برنده عفونی و غیرعفونی
- ۵- پسماندهای آسیب شناسی تشریحی
- ۶- پسماندهای پرتوزا

۱- پسماندهای بدون خطر

عبارت است از پسماندهایی که خطرات اساسی و زیان باری برای سلامت انسان یا محیط زیست ایجاد نمی‌کنند مانند پسماندهای شهری، این پسماندها به سه دسته جامد، گاز و مایع تقسیم می‌شوند که جامدات مانند کاغذ، کارتن، فلزات، پلاستیک، پارچه، یونولیت، ظروف شیشه‌ای سالم، ضایعات مواد غذایی و غیره هستند.

هر پسماند آزمایشگاهی آلوده که طبق اصول صحیح، سترون سازی شود، نیز در گروه پسماندهای معمولی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که ضایعات شیشه‌ای شکسته و اجسام فلزی و پلاستیکی تیز و برنده در این گروه قرار نمی‌گیرند.

۲- پسماندهای شیمیایی

شامل تمامی مواد و حلال‌های شیمیایی، محتویات کیت‌های آزمایشگاهی و معرف‌ها هستند. پسماندهای شیمیایی به دو دسته کم خطر و پرخطر تقسیم می‌شوند:

پسماندهای شیمیایی پرخطر عبارتند از آن دسته از مواد شیمیایی که یکی از ویژگی‌های زیر را دارا باشند:

قابلیت احتراق یا انفجار، فرساینده‌گی، واکنش‌زایی، سمی بودن، ناپایداری، سوزاندگی و سرطان‌زایی. در محل تولید یا مصرف این مواد باید فهرست یا جدولی تحت عنوان برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (Material Safety Data Sheet = MSDS) که نشان‌دهنده خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و همچنین اطلاعات ایمنی مربوط به هریک از آنها است، تهیه شود.

• مواد شیمیایی قابل احتراق

موادی مانند استون، الکل‌ها، پراکسیدها و نیتريت‌ها، گزیلول، بنزن، تولوئن و استالدئید که دمای احتراق کمتر از 60°C دارند، در دسته مواد شیمیایی قابل احتراق قرار می‌گیرند.

• مواد شیمیایی قابل انفجار

موادی مانند هیدرازین‌ها، اسیدپیکریک در شکل خشک‌شده و اتر که واکنش‌زا و ناپایدار هستند در این دسته قرار می‌گیرند. این مواد در فضای آزاد و فشار طبیعی به سرعت دچار تغییر شیمیایی می‌گردند.

- **مواد شیمیایی فرساینده**

موادی مانند اسیدهای معدنی و بازهای قوی که دارای $\text{pH} \geq 12/5$ و یا $\text{pH} < 2$ بوده و می‌توانند سبب سایش آهن (استیل) به میزان بیشتر از ۰/۲۵ اینچ در سال در فشار اتمسفر و در 130°F شوند، در این دسته قرار می‌گیرند.

- **مواد شیمیایی واکنش‌زا**

موادی مانند پراکسیدها، سولفات‌ها، اکسیدفسفر، هیدریدسیدیم و منوکسیدسیدیم که از نظر شیمیایی ناپایدار بوده و آمادگی واکنش، به خصوص با آب را داشته باشند در این دسته قرار می‌گیرند.

- **مواد سرطان‌زا**

سازمان جهانی بهداشت شاخص‌هایی را برای مشخص بودن مواد سرطان‌زا ارائه نموده است که خوانندگان جهت مطالعه بیشتر می‌توانند به منابع مربوطه مراجعه نمایند. مثال‌هایی از این مواد عبارتند از: بنزن، فرمالین، کلروفرم، فرمالدئید، اتیل کاربامات، تری کلرواتیلن، اتیديوم برومید، کادمیم و ترکیبات آن، تتراکلریدکربن، دی کلروبنزن و دی کلرواتان.

- **مواد سمی**

سرب و جیوه و ترکیبات آنها، کلشیسین، کافئین، آرسنیک، آنیلین، گلوآرالدهید، سولفیدهدروژن، فنل سدیم آزاید، سیانید سدیم، فلورید سدیم، گزیلول، فلزات سنگین، بنیان‌های کلر و فلوئور و آفت‌کش‌ها در دسته مواد سمی قرار می‌گیرند. این مواد به دنبال استنشاق، بلع یا تماس پوستی حتی با مقادیر کم، اثرات زیان‌آور شدیدی ایجاد می‌نمایند.

- **حلال‌های هالوژن**

شامل اتیلن کلرید کلروفرم، تترا کلرید کربن، تری کلرواتان، تری کلرواتیلن و هالوتان هستند.
مواد شیمیایی که در گروه‌های فوق قرار نمی‌گیرند، در گروه ضایعات شیمیایی کم‌خطر قرار دارند.

۳- پسماندهای عفونی

آن دسته از پسماندهای آزمایشگاه که به یک عامل میکروبی آلوده باشند و بتوانند منشا آلودگی گردند، پسماند عفونی نامیده می‌شوند. این پسماندها شامل پسماندهای آسیب‌شناسی تشریحی، فرآورده‌های خونی انسانی و حیوانی، فرآورده‌های بیولوژیک (در مراکز تحقیقاتی) و مدفوع، ادرار، مایعات و ترشحات مختلف بدن هستند. لازم به ذکر است که به دلیل اهمیت خاص، پسماندهای آسیب‌شناسی تشریحی در دسته‌ای مستقل مورد بحث قرار می‌گیرند.

۴- پسماندهای تیز و برنده

پسماندهایی که به علت تیزی و برندگی می‌توانند موجب آسیب جدی و پارگی اعضای بدن گردند، در این گروه قرار می‌گیرند. با توجه به احتمال وجود آلودگی در محیط آزمایشگاه بریدگی با این اجسام ممکن است خطر انتقال عفونت را نیز به دنبال داشته باشد.

این دسته از پسماندها شامل سوزن‌ها، سرنگ‌ها، چاقوی جراحی، پیپت، لام و لامل و ظروف مصرفی و شیشه‌ای شکسته، مواد پلاستیکی، چوب و فلزات تیز و برنده می‌باشند. اگرچه این مواد می‌توانند در هر یک از انواع پسماندها و یا ترکیبی از آنها قرار گیرند اما در این راهنما در بخش مربوط به پسماندهای تیز و برنده عفونی شرح داده می‌شوند.

۵- پسماندهای آسیب‌شناسی تشریحی

پسماندهای آسیب‌شناسی تشریحی در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرند.

۶- پسماندهای پرتوزا

هر نوع ماده جامد، مایع یا گاز که از خود پرتوهای یون‌ساز ساطع نماید، در دسته پسماندهای پرتوزا قرار می‌گیرد. انواع این پرتوها عبارتند از: آلفا، بتا، ایکس، الکترون‌های با سرعت بالا و سایر ذرات هسته‌ای. این پسماندها به اشکال مختلف مانند شیشه، پلاستیک، کاغذ، انواع مختلف محلول‌های شیمیایی، ادرار، مدفوع، خون، بافت، لاشه حیوانات، ظروف کشت سلولی، ایزوتوپ‌های پرتوزا و غیره دیده می‌شوند.

نکات کلی

- در این بخش سعی گردیده است الگویی ارائه گردد تا هر یک از مسئولان آزمایشگاه با مطالعه آن، قادر باشند راهنمای کاربردی مناسبی را جهت مدیریت پسماندها در مرکز خود تدوین نمایند.
- مهم این است که در طراحی برنامه موارد زیر در نظر گرفته شود:
- نظارت مستقیم مسئول ایمنی بر اجرای برنامه مدیریت پسماند
 - به‌کارگیری نکات و اصول ایمنی به‌ویژه در مورد پسماندهای خطرناک
 - به‌کارگیری برنامه راهبردی مبتنی بر کاهش پسماند شامل استفاده از روش‌های نوین، بازیافت مواد و جایگزین نمودن مواد پرخطر با انواع کم‌خطر، کاهش نگهداری و انبارش مواد پرخطر در محل
 - تدوین برنامه مدیریت پسماند به شکل کاربردی و براساس نیازها و امکانات مرکز
 - تشکیل جلسات ایمنی و کنترل عفونت
 - اجرای برنامه‌های آموزشی
 - تهیه و نگهداری مستندات لازم به‌ویژه در رابطه با مراحل اجرا شده در خارج از آزمایشگاه
 - تفکیک و جداسازی پسماندها در محل تولید به‌طوری که پسماندهای مختلف با یکدیگر ترکیب نشوند.
- هر آزمایشگاه می‌تواند با توجه به این راهنما، دستورالعملی در خصوص پسماندهای ترکیبی تدوین نماید.

راهنمای اصول مدیریت پسماندهای معمولی

کلیات

پسماندهای معمولی در آزمایشگاه شامل موارد زیر هستند:

- تمامی پسماندهایی که بدون آلودگی با پسماندهای عفونی، شیمیایی و پرتوزا در آزمایشگاه تولید می‌گردد.
- ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی محتوی محلول‌های شیمیایی موجود در کیت‌ها، حلال‌ها و نشانگر پس از شست‌وشو
- پسماندهای آلوده مانند ظروف محیط کشت و محتویات آن که مطابق اصول صحیح سترون‌سازی شده‌اند.

به حداقل رساندن ضایعات

همواره در هنگام طراحی یک برنامه مدیریت دفع پسماند باید روش‌های کاربردی را به‌منظور کاهش تولید پسماندهای معمولی در نظر گرفت.

جداسازی پسماندهای معمولی

در برنامه مدیریت پسماندها مهم‌ترین اولویت، جداسازی پسماندهای معمولی از پسماندهای شیمیایی، عفونی، پرتوزا و ضایعات برنده است. همچنین باید در این برنامه پسماندهای معمولی جامد مثل روزنامه، بطری‌ها، ورقه‌های آلومینیومی و غیره از پسماندهای غیرجامد جدا گردد. مواد برنده مشکوک به هرگونه آلودگی نیز در این مرحله جدا گردیده و مطابق بند مربوطه در این راهنما جهت دفع آماده می‌گردند.

بسته‌بندی و ذخیره‌سازی

این پسماندها در بسته‌های پلاستیکی به‌طور جداگانه بسته‌بندی و پس از ذخیره‌سازی در محل مناسب در حداقل زمان ممکن (روزانه) جهت تحویل به شهرداری آماده می‌شود.

آمایش نهایی پسماندهای معمولی

بسته‌های پلاستیکی حاوی پسماندهای معمولی پس از اینکه به شهرداری تحویل داده شد، با یکی از روش‌های دفن، تولید کمپوست و غیره آمایش می‌گردند.

راهنمای اصول مدیریت پسماندهای شیمیایی

کاهش پسماندهای شیمیایی

در یک نگاه کلی، اقداماتی که باید جهت کاهش پسماندها در آزمایشگاه انجام گیرند عبارتند از کاهش تولید، تغییر در نوع یا نحوه توزیع مواد موجود (مثلا استفاده از محلول‌های جایگزین به جای گزیلول، فرمالین و اسیدکرومیک)، تغییر روش انجام آزمایش‌هایی که سبب تولید پسماندهای خطرناک می‌گردند، ارزیابی دوره‌ای و استفاده از روش‌های نوین برخورد با پسماندها از جمله بازیافت (Recycling) نقره، گزیلول، الکل، فرمالین و غیره است. هر آزمایشگاه با توجه به محدوده فعالیت‌های خود و منابع در اختیار می‌تواند این روش‌ها را مورد بررسی و در دستورالعمل تهیه شده توسط آن مرکز بگنجاند.

بررسی پسماندهای شیمیایی و رعایت اصول ایمنی

پسماندهای شیمیایی در آزمایشگاه عمدتاً از باقیمانده محلول‌ها و معرف‌هایی که در انجام آزمایش به کار برده می‌شوند، حاصل می‌گردند. ضمن رعایت اصول کلی ایمنی در برخورد با این نوع پسماندها باید در هنگام کار و جمع‌آوری پسماندهایی که خطرات جدی ایجاد می‌کنند به اصول خاص ایمنی نیز توجه نمود، به عنوان مثال در مورد فرمالین، حتی‌المقدور استفاده از تجهیزات لازم جهت برقراری تهویه مناسب، ماسک، حفاظ صورت، دستکش و کار زیر هود بخار توصیه می‌گردد.

در مورد بازها، الکل‌ها و اسیدهای غلیظ نیز باید اصولی را رعایت نمود که عبارتند از:

- ۱- استفاده از دستکش‌های مقاوم و ماسک
 - ۲- دقت کافی در هنگام رقیق کردن و جداسازی آنها، به طوری که قبل از رقیق‌سازی با هم مخلوط نگردند.
 - ۳- پرهیز از اضافه نمودن آب به این مواد جهت رقیق‌سازی. بدیهی است در زمان رقیق‌سازی این مواد باید به آهستگی به آب اضافه گردد.
 - ۴- رعایت اصول ایمنی جهت جلوگیری از آتش‌گرفتن مواد شیمیایی قابل اشتعال
 - ۵- استفاده از وسایل حفاظتی مخصوص هنگام کار با مواد شیمیایی خطرناک، مانند دستکش‌های مناسب، روپوش و عینک محافظ و در موارد لزوم وسایل کمک تنفسی.
- هنگام انتقال پسماندهای شیمیایی فرار، استفاده از ماسک اکسیژن توصیه می‌گردد. چنانچه امکان دسترسی به این نوع ماسک وجود ندارد باید تهویه مناسب در محل برقرار باشد. به علاوه کارکنان آزمایشگاه باید از نحوه دفع مواد شیمیایی خطرناک، آگاهی داشته باشند و اطمینان حاصل گردد که مدیریت آمایش این مواد به شکلی انجام می‌گیرد که برای سلامت انسان‌ها و محیط زیست، خطرناک نباشد.

جداسازی و آمایش پسماندهای شیمیایی

جداسازی پسماندهای شیمیایی پرخطر از پسماندهای شیمیایی کم‌خطر مهم‌ترین توصیه در این بخش است.

پسماندهای شیمیایی کم‌خطر را می‌توان با توجه به حجم تولید شده، به‌طور مستقیم پس از رقیق‌سازی با آب در محل تولید از راه یک چاهک اختصاصی در سامانه فاضلاب دفع نمود؛ در غیر این صورت می‌توان آنها را ابتدا در یک ظرف شیشه‌ای یا پلاستیکی (بسته به نوع مواد) ذخیره و سپس جهت دفع در فاضلاب آماده نمود (پیشنهاد می‌شود که این چاهک نزدیک به محل تولید، مثلاً در بخش بیوشیمی باشد).

بعضی حلال‌ها و مواد شیمیایی را می‌توان از طریق تقطیر یا فیلتراسیون بازیافت نمود. راه دیگر آمایش به‌کاربردن روش‌هایی است که خطرات پسماندها را کمتر و دفع آنها را آسان‌تر می‌کند، به عنوان مثال خنثی‌سازی اسیدها که دفع بهداشتی آنها به درون فاضلاب را امکان‌پذیر می‌نماید.

باید مواد شیمیایی پرخطر را با توجه به ماهیت آن‌ها، از ابتدا در ظروف شیشه‌ای یا پلاستیکی قرار داده و جدا نمود (مطابق با توضیحات ارائه شده در بخش بسته‌بندی). به‌طور کلی مواد قابل پراکسیدشدن، اکسیدکننده‌ها، سرطان‌زاها و هیدروکربن‌ها باید از سایر مواد جدا گردند. علاوه بر آن باید مواد شیمیایی پرخطر با برچسب‌های مشخص و به‌صورت مناسب نشانه‌گذاری شوند و از ریختن آنها به داخل چاهک دست‌شویی و فاضلاب‌ها خودداری شود.

در جدول ۱-۴ روش‌های آمایش مواد شیمیایی مختلف ذکر گردیده‌است.

جدول ۱-۴: پسماندهای شیمیایی و روش‌های آمایش آنها

مواد شیمیایی که به‌صورت رایج استفاده می‌شوند	روش توصیه شده
اسیداستیک ۱۰٪	داخل چاهک دست‌شویی (فاضلاب) دفع شود.
اسیدفوشین ۱٪	پس از رقیق شدن با آب داخل چاهک دست‌شویی دفع شود.
سرم آلبومین گاوی	در صورت امکان جمع‌آوری شده و از طریق مخزن مخصوص جمع‌آوری پسماندهای خطرناک بیولوژیک دفع گردد.
بوتانول	مقادیر کم آن از طریق چاهک دست‌شویی (فاضلاب) قابل دفع است.
بافر بی‌کربنات (۰/۰۲ مولار)	در فاضلاب دفع شود.
کازئین (۵٪ در محلول بافرشده فسفات)	در فاضلاب دفع شود.
محلول بی‌رنگ‌کننده کلرین	در داخل آب رقیق شود.
مواد بی‌رنگ‌کننده کلرین یا میکروارگانیزم‌ها	چنانچه به خوبی سترون شده باشد می‌تواند داخل فاضلاب دفع شود.
دی‌اتیل پیروکربنات (DEPC)	داخل چاهک دست‌شویی (فاضلاب) دفع شود.
DMSO (5-10٪)	مقادیر کم به شکل رقیق شده داخل فاضلاب دفع شود و یا در صورت امکان جمع‌آوری گردند.
Echinacea	داخل چاهک دست‌شویی (فاضلاب) دفع شود.
انوزین	مطابق دستورالعمل توصیه‌شده در متن مربوط به دفع پسماندهای مواد شیمیایی مخصوص جمع‌آوری و سپس دفع گردد.
اتانول	مقادیر کم آن از طریق چاهک دست‌شویی (فاضلاب) دفع شود.

اتیدیوم برومید (مقادیر کم در بافر)	مطابق دستورالعمل‌های مربوطه و روش شرح داده شده در فصل ۶ دفع شود.
فرمالین سبز روشن ۱۰٪	مطابق دستورالعمل توصیه‌شده در متن مربوط به دفع پسماندهای مواد شیمیایی مخصوص جمع‌آوری و سپس دفع گردد.
فرمالدئید (محلول رقیق)	با آب رقیق و سپس دفع شود.
فرمالدئید (محلول غلیظ)	از طریق روش جمع‌آوری مواد شیمیایی دفع شود.
فرمامید با غلظت زیر ۱٪	با آب رقیق و سپس از طریق فاضلاب دفع شود.
گلو تارالدئید	جمع‌آوری شده و در ظرف مخصوص زباله‌های دارای خطر زیستی دفع شود.
هماتوکسیلین	جمع‌آوری شده و در ظرف مخصوص زباله‌های دارای خطر زیستی دفع شود.
اسید کلریدریک ۱٪	با آب رقیق و سپس از طریق چاهک دست‌شویی دفع شود.
هیدروژن پراکساید یا آب اکسیژنه (3٪)	با آب رقیق و سپس از طریق چاهک دست‌شویی دفع شود.
اسید سولفوریک ۲ مولار	با آب رقیق و سپس از طریق چاهک دست‌شویی دفع شود.
ایزوپروپانول	مقادیر کم آن از طریق فاضلاب (چاهک دست‌شویی) قابل دفع است.
FCS/ محیط داخل محلول بی‌رنگ کننده کلرین	پس از رقیق شدن با آب از طریق فاضلاب دفع شود.
متانول	پس از رقیق شدن با آب از طریق فاضلاب دفع شود.
بافر با متانول ۲۰٪	با آب رقیق و سپس از طریق چاهک دست‌شویی دفع شود.
Paonia formula	با آب رقیق و سپس از طریق چاهک دست‌شویی دفع شود.
PBS (محلول بافر شده فسفات)	با آب رقیق و سپس از طریق چاهک دست‌شویی دفع شود.
0/06 Tween+PBS	با آب رقیق و سپس از طریق چاهک دست‌شویی دفع شود.
اسید پرئودیک ۱٪	مقادیر کم آن از طریق چاهک دست‌شویی قابل دفع است.
فسفومولبیدیک اسید ۱٪	مطابق دستورالعمل توصیه‌شده در متن مربوط به دفع پسماندهای مواد شیمیایی مخصوص جمع‌آوری و سپس دفع گردد.
1 PonCeau de Xylidine	مقادیر کم آن از طریق چاهک دست‌شویی (فاضلاب) قابل دفع است.
Rehmania 6 Formula	از طریق چاهک دست‌شویی، با آب رقیق و دفع شود.
محلول شیفر	مقادیر کم آن از طریق فاضلاب دفع شود.
سدیم دودسیل سولفات 0/1٪	از طریق فاضلاب با آب رقیق و دفع شود.
بافر ۱٪ سدیم دودسیل سولفات (SDS)	از طریق فاضلاب با آب رقیق و سپس دفع شود.
بافر تریس EDTA	از طریق فاضلاب با آب رقیق شود یا از طریق ظرف مخصوص زباله‌های خطر زیستی دفع شود.
محیط کشت نسجی با 10 FCS٪ (سرم جنین گوساله)	پس از ضد عفونی با اتوکلاو یا bleach از طریق فاضلاب دفع شود.
0/1 Tween-20	از طریق چاهک دست‌شویی با آب رقیق و سپس دفع شود.
Weigerts همتوکسیلین آهن	مطابق دستورالعمل توصیه‌شده در متن مربوط به دفع پسماندهای مواد شیمیایی مخصوص جمع‌آوری و سپس دفع گردد.
ژل آگاروز با اتیدیوم برومید	در ظرف مخصوص زباله‌های خطر زیستی دفع شود.
پلی‌اکریل آمید (پلی و غیرپلاریزه)	در ظرف مخصوص زباله‌های خطر زیستی دفع شود.
سیکلو هگزامید	مطابق دستورالعمل توصیه‌شده در متن مربوط به دفع پسماندهای مواد شیمیایی مخصوص جمع‌آوری و سپس دفع گردد.
DMSO	از طریق RMO دفع شود.
فایکول	در ظرف مخصوص زباله‌های خطر زیستی دفع شود.
فرمامید (Formomide) (مقادیر زیاد با درصد بالا)	در ظرف مخصوص زباله‌های خطر زیستی دفع شود.

فنل / کلروفرم	در بطری‌های یک‌بار مصرف دفع شود.
سیلیکون	در ظرف مخصوص زباله‌های خطر زیستی دفع شود.
هیستولن (Histolene)	مطابق دستورالعمل توصیه شده در متن مربوط به دفع پسماندهای مواد شیمیایی مخصوص جمع‌آوری و سپس دفع گردد.

بسیاری از پسماندهای شیمیایی نباید به داخل فاضلاب دفع شوند که از جمله مهم‌ترین آنها به شرح ذیل است:

- حلال‌های قابل اشتعال: استون، بنزن، متانول، اتانول، گزپلول، استونیتریل
 - حلال‌های هالوژنه: کلروفرم، تتراکلریدکربن، دی کلرواتان، دی کلرومتان، تری کلرواتان، فرئون (Freon)
 - اسیدها: اسیدپرکلریک، اسید هیدروکلریک، اسید سولفوریک، تری کلرواستیک اسید، اسید فسفریک، اسید نیتریک
 - بازها: هیدروکسید آمونیوم، هیدروکسید سدیم
 - فلزات سنگین: آرسنیک، باریم، کروم، سرب، روی، منگنز، نیکل، مولیبدات، نقره، مس
 - مواد شیمیایی سمی: آزاید، آکریل آمید، فرمالدئید، سولفیدها، فنل، هیدرازین، سیانیدها، همتوکسیلین اریلخ
 - مواد متفرقه: روغن‌ها و...
 - به علاوه تمامی محلول‌هایی که حاوی جیوه هستند، نباید به داخل فاضلاب دفع شوند.
- نکته: تا زمانی که از محتویات مواد شیمیایی که با یک نام تجاری خریداری شده‌اند، مطمئن نشده‌اید، هرگز آنها را از طریق فاضلاب دفع نکنید.*

مواد شیمیایی ذیل به عنوان مواد بدون خطر در نظر گرفته می‌شوند و بعد از خنثی سازی می‌توان آنها را در فاضلاب دفع نمود:

• مواد آلی:

استات‌ها: (سدیم، پتاسیم، کلسیم و آمونیوم)
اسیدهای آمینه

اسید نیتریک و نمک‌های سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آمونیوم
اسید لاکتیک و نمک‌های سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آمونیوم
قندها: مثل گلوکز، لاکتوز، فروکتوز، سوکروز و مالتوز

• مواد غیر آلی (معدنی):

بی کربنات‌ها (سدیم، پتاسیم) کربنات‌ها (سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم)
یدیدها (سدیم، پتاسیم) سیلیکات‌ها (سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم)
بورات‌ها (سدیم، پتاسیم، منیزیم و پتاسیم) کلریدها (سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم)

برومیدها (سدیم، پتاسیم) فلوریدها (کلسیم)

اکسیدها (سدیم، منیزیم، کلسیم، آلومنیوم، آهن، سیلیسیوم)

سولفات‌ها (سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، آمونیوم)

فسفات‌ها (سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آمونیوم)

در جدول ۴-۲ نکات مهم مربوط به ارزیابی و نگهداری برخی از مواد شیمیایی شرح داده شده است.

جدول ۴-۲: نکات مهم ارزیابی و نگهداری برخی از مواد شیمیایی

نام ماده	خواص شیمیایی و موارد توجه
اسید استیک ، گلاسیال	دارای خطر متوسط آتش‌سوزی است. در ظروف PVC نگهداری شود و هرگز در نزدیکی اسید نیتریک قرار نگیرد.
استون	در مقادیر کم نگهداری گردد زیرا دارای خطر اشتعال و ایجاد آتش‌سوزی است.
کلرید آلومینیوم بدون آب	با آب واکنش نشان می‌دهد، اثرات خوردگی دارد.
هیدروکسید آمونیوم	در هنگام پخش قطرات دارای عوارض و خطرات تنفسی است. در ظروف با پوشش PVC خریداری و نگهداری شود.
سولفید آمونیوم	دارای بخارات سمی است.
باریم و مواد محتوی ترکیبات آن	بهتر است به‌صورت محلولهای از قبل رقیق شده خریداری شود.
بنزن	کارسینوژن و دارای خطر آتش‌سوزی است.
پراکسید بنزن	در صورت خشک شدن دارای خواص انفجاری است و ممکن است خود به‌خود منفجر شود.
برومین (Bromine)	بسیار سمی و با خواص خوردگی بالا است و ممکن است خودبه‌خود منفجر شود.
دی‌سولفید کربن	خواص آتش‌سوزی شدید، با دمای اشتعال 22°F- دارد.
کولودیون (Collodion)	خواص آتش‌سوزی شدید دارد.
اتیل اتر	دارای خواص آتش‌سوزی شدید است. ممکن است ایجاد پراکسیدهای حساس شوک‌زا کند.
اسید هیدروکلریک	دارای اثرات سوء تنفسی است. باید در بطری‌های با دیواره‌ی PVC خریداری شود. باید محلولهای از قبل رقیق شده خریداری شود و از ذخیره سازی مقدار زیاد آن خودداری شود. نباید در نزدیکی فرمالدئید نگهداری شود.
سولفید هیدورژن	سمی و قابل اشتعال است.
سرب و تمام ترکیبات سرب دار	سرطان‌زا و دارای اثرات سمی بر اعضای متفاوت در بدن مانند تولید مثل، خون سازی و سرطان‌زایی است.
پودر منیزیم	بسیار قابل اشتعال است.
اکسید جیوه	به شدت سمی است و باید در زیر هود مخصوص بخار حرارت داده شود. از مصرف جیوه به علت خواص سمی و هزینه بالای دفع پسماندهای آن خودداری شود.
اسید نیتریک	خورنده و اکسیدکننده است. در مقادیر کم خریداری شده و در ظروف با دیواره‌ی PVC نگهداری گردد.
اسید پرکلریک	خطر انفجار و ایجاد آتش‌سوزی دارد.
فنل	بسیار سمی است و به سرعت از طریق پوست جذب می‌شود.

فنل تیوکاربامید	بسیار سمی است.
فسفر قرمز	جاذب آب است و دارای خطر بالا در ایجاد آتش‌سوزی و نیمه عمر کوتاه است.
فسفر زرد	با هوا واکنش دهنده است.
فنوکسید فسفر	با آب واکنش نشان می‌دهد و خورنده است. نیمه عمر کوتاه دارد.
اسید پیکریک	در صورت خشک شدن ممکن است منفجر شود.
پتاسیم	اکسیدکننده قوی است.
سیانیدپتاسیم	به شدت سمی است.
سدیم	واکنش دهنده با آب است. به همین دلیل باید به شیوه‌ای نگهداری گردد که از تماس با آب و هوا جلوگیری شود.
سدیم آزاید	به شدت سمی است.
سیانیدسدیم	به شدت سمی است.
فلورید سدیم	به شدت سمی است.
سولفید سدیم	به شدت سمی است.
اسیدسولفوریک	در مقادیر کم خریداری و در ظروف با دیواره‌ی PVC نگهداری می‌گردد.
تتراهیدرور فوران	تولیدکننده پراکسیدها است.
تیوره	به شدت سمی و سرطان‌زا است.
تولون	با خطر آتش‌سوزی همراه است.
تری‌کلرواتیلن	سرطان‌زا است.
گزپول	سمی است و با خطر آتش‌سوزی همراه است.
پودر فلز روی	با خطر آتش‌سوزی همراه است.

بسته‌بندی

همانطور که قبلاً بیان شد پسماندهای شیمیایی کم‌خطر را می‌توان به‌طور مستقیم پس از رقیق نمودن با آب در فاضلاب اختصاصی (مثلاً در بخش بیوشیمی) دفع نمود. بدیهی است که این پسماندها که در آزمایشگاه بیشترین حجم تولید را به خود اختصاص می‌دهند نیاز به بسته‌بندی و ذخیره‌سازی و اقدامات بعدی ندارند؛ اما درخصوص پسماندهای شیمیایی پرخطر، بسته‌بندی توصیه می‌گردد. حتی‌المقدور باید یک برنامه خنثی‌سازی (با استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی) در هر مرکز تدوین گردد تا با انجام آن بتوان تعدادی از پسماندهای شیمیایی پرخطر را از طریق فاضلاب یا روش‌های دیگر (مطابق منابع معتبر علمی) در محل دفع نمود.

ذکر این نکته ضروری است که در صورت ذخیره‌سازی پسماندهای شیمیایی قبل از دفع، باید به تناسب جنس ظرف جمع‌آوری پسماند با محتویات آن توجه گردد؛ مثلاً پلاستیک مقاوم برای جمع‌آوری حلال‌ها و یا ظروف شیشه‌ای جمع‌آوری برای اسیدهای معدنی کاربرد دارد. همچنین باید یک محل امن و مطمئن برای ذخیره پسماندهای شیمیایی تا هنگام دفع قطعی آن در آزمایشگاه در نظر گرفته شود.

روش‌های مختلفی جهت خنثی‌سازی مواد شیمیایی در منابع CLSI شرح داده شده است که آزمایشگاه‌ها می‌توانند به‌طور داوطلبانه از آنها استفاده نمایند.

حمل و نقل پسماندهای شیمیایی تا مرحله آمایش نهایی

موسسات حمل و نقل باید مجهز به محفظه‌هایی متشکل از یک ظرف پلاستیکی یا فلزی باشند که ظرف دیگری با جدار مقاوم در داخل آن قرار می‌گیرد. بدیهی است برای هر یک از مواد شیمیایی خطرناک یک ظرف اختصاصی وجود دارد که جنس آن متناسب با نوع ماده شیمیایی که در آن قرار می‌گیرد در نظر گرفته شده و به‌گونه‌ای طراحی می‌گردد که با استفاده از مواد جاذب یا فیلتر بخشی از مراحل خنثی‌سازی در آن صورت گیرد. دفع این ظروف که Lab pack نامیده می‌شوند با توجه به نوع محتویات آنها انجام می‌گیرد.

از آنجا که در حال حاضر چنین برنامه‌ای در کشور ما وجود ندارد؛ بنابراین آزمایشگاه‌ها در این خصوص مسئولیتی فراتر از دفع صحیح این مواد با توجه به نکات مندرج در بندهای قبلی نخواهند داشت.

استفاده از یک چک لیست که با کمک آن بتوان تمام نکات مهم را جهت دفع ایمن مواد خطرناک در نظر گرفت، در این مرحله بسیار مفید است.

سوالات این چک لیست عبارتند از :

- آیا ظروف مناسب و سالم به کار برده شده و با نوع پسماند تناسب دارد؟
- آیا مواد داخل ظروف با هم تناسب دارند؟ آیا ظروف به‌طور صحیح نشانه‌گذاری شده‌اند؟
- آیا ظروف محتوی مواد شیمیایی به‌طور صحیح و کامل نام‌گذاری گردیده‌اند؟
- آیا ظرف دارای یک درب محکم و مناسب است؟
- آیا محل ذخیره‌سازی مواد در آزمایشگاه مناسب است؟
- به‌علاوه باید برگه مربوط به آمایش ماده که روی آن اطلاعات کامل حداقل شامل نام ماده شیمیایی، درصد ترکیبات و pH آن قید شده است، تکمیل و برروی ظروف چسبانده شود. توجه به این نکته ضروری است که کارکنان مربوطه در آزمایشگاه باید جهت حمل و نقل مواد شیمیایی و بسته‌بندی مناسب آن آموزش ببینند و مدرک معتبر داشته باشند.
- لازم به ذکر است که توضیحات فوق در کشورهای پیشرفته اجرا و به دقت پیگیری می‌گردد ولی از آنجا که در کشور ما در شرایط کنونی بسیاری از امکانات مطرح شده وجود ندارد باید تا حد امکان از روش‌های قابل اجرا و کاربردی جهت دفع این‌گونه پسماندها استفاده نمود.*

راهنمای اصول مدیریت پسماندهای عفونی

به حداقل رساندن پسماندهای عفونی و بازیافت

به‌کارگیری برنامه راهبردی مبتنی بر کاهش تولید پسماند یکی از اساسی‌ترین اصول در تدوین برنامه مدیریت پسماند است که در این بخش به نکات زیر اشاره می‌گردد:

- ۱- کاهش حجم نمونه‌های ادرار، خون و مایعات با به‌کارگیری اصول علمی در روش‌های انجام آزمایش
- ۲- پیشگیری از انجام نمونه‌گیری‌های مکرر و در نتیجه کاهش تولید پسماند با به‌کارگیری برنامه‌های جامع کنترل کیفیت
- ۳- تشویق و ترغیب به استفاده از شیوه‌های جدید نمونه‌گیری (مانند خون‌گیری با روش خلا)
- ۴- استفاده از ابزار و وسایلی که بتوان آن‌ها را به شیوه‌ای ایمن و صحیح دوباره وارد چرخه‌کاری نمود.
- ۵- استفاده مشترک چند مرکز از موادی که به مقدار زیاد استفاده نمی‌شوند؛ از جمله استفاده مشترک از فرآورده‌های بیولوژیک مورد استفاده در آزمایشگاه
- ۶- ارزیابی دوره‌ای برنامه جاری جهت به حداقل رساندن پسماندهای عفونی

جداسازی پسماندهای عفونی

از آنجا که مخلوط شدن پسماندهای بدون خطر با انواع عفونی، آن‌ها را نیز در این دسته قرار می‌دهد، لذا باید برنامه راهبردی مدیریت پسماند بر جداسازی پسماندهای عفونی از دیگر پسماندها استوار باشد. مسئول یا کنترل عفونت و ایمنی در هر موسسه، براساس سیاست و خط‌مشی آن مرکز، مسئولیت تدوین روش دسته‌بندی پسماندهای عفونی جهت انتقال ایمن و دفع مناسب آن‌ها را به عهده دارد.

در این دسته‌بندی، نوع و محل تولید پسماند مشخص و بر اساس آن ایمن‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین روش‌های آمایش انتخاب می‌گردد. در این رابطه جداسازی پسماندهای عفونی در مرحله اول از دیگر پسماندها و سپس جداسازی آن‌ها از یکدیگر، مهم‌ترین راهبرد علمی و معتبر است. یکی از این طبقه‌بندی‌ها که می‌تواند الگوی مناسبی برای بسیاری از آزمایشگاه‌ها باشد عبارت است از:

- ۱- مواد تیز و برنده
- ۲- فرآورده‌های خونی و مایعات بدن
- ۳- ظروف قابل بازیافت آلوده به فرآورده‌های خونی یا ادرار مانند ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی حاوی خون، سرم، ادرار و غیره
- ۴- مدفوع و ظروف مربوطه

۵- پسماندهای آسیب‌شناسی تشریحی

۶- عوامل بیولوژیک مانند واکسن و غیره

۷- ظروف محتوی محیط‌های آلوده کشت و هر ماده‌ای که در محیط آزمایشگاه به یک عامل عفونی یا مشکوک آلوده شده باشد.

بر مبنای این تقسیم‌بندی، حتی‌الامکان باید سعی شود که این پسماندها با دیگر پسماندها و با یکدیگر مخلوط نشوند. در مرحله بعد باید ترتیبی اتخاذ گردد تا با توجه به مراحل اشاره شده در راهنما، این مواد در داخل آزمایشگاه، آمایش و آلودگی‌زدایی گردند.

بررسی پسماندهای عفونی و به‌کارگیری اصول ایمنی

هنگام بررسی و حمل و نقل پسماندهای عفونی و بالقوه عفونی باید از دستکش، لباس محافظ، ماسک و یا سایر وسایل حفاظتی در صورت لزوم استفاده گردد. این دستکش‌ها باید در برابر نفوذ آب مقاوم باشند و پس از اتمام کار و بیرون آوردن دستکش، دست‌ها ضدعفونی و سپس شسته شوند.

۱- مواد تیز و برنده

این مواد شامل سر سوزن‌ها، سرنگ‌ها، تیغ‌های جراحی، لانس‌ها، لوله‌های آزمایش مویینه، پیپت‌ها، تمامی وسایل شیشه‌ای شکسته شده اعم از لوله سرم، ظرف کشت، لام‌های شکسته، سوزن‌های اپلیکاتور و لامل‌ها هستند. در استانداردهای تعیین شده توسط CLSI لام‌های مورد استفاده در بخش‌های میکروب‌شناسی، خون‌شناسی و غیره نیز در این دسته قرار می‌گیرند. این مواد باید در محل تولید و پس از استفاده در محفظه ایمن (Safety Box) که در برابر سوراخ‌شدگی مقاوم است، قرار داده شوند. لبه ورودی به داخل این محفظه‌ها به گونه‌ای طراحی گردیده است که بیرون افتادن پسماندها از داخل این محفظه به‌سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد. در هنگام کار با انواع پسماندهای تیز و برنده باید از دستکش‌هایی که مقاومت بیشتری به پارگی دارند، استفاده گردد.

درپوش‌گذاری مجدد سوزن‌ها (recapping) نباید با دست انجام شود.

جهت جدا نمودن سر سوزن از محل‌های تعبیه شده در محفظه‌های ایمن استفاده شود.

به‌دلیل وجود خطر فرورفتن سوزن و ایجاد آئروسل، هرگز نباید اقدام به شکستن، بریدن و یا خم کردن سوزن‌ها نمود.

برای انتقال سوزن‌های بزرگ و قابل بازیافت مانند سوزن بیوپسی باید از محفظه‌های محکم و مقاوم در برابر سوراخ‌شدگی استفاده کرد.

سوزن‌ها را نباید داخل کیسه‌های اتوکلاو قرار داد.

۳ و ۲- دفع پسماندهای عفونی ردیف دوم و سوم به این شرح می‌باشد:

تمامی ظروف حاوی مایعات شامل سرم، خون و غیره را باید در ظرف پلاستیکی محکم محتوی محلول وایتکس با غلظت ۱/۱۰ (به شرط اینکه دارای کلر فعال ۵٪ باشد) به مدت حداقل یک ساعت قرارداد و سپس اقدام به اجرای مراحل شست‌وشو، ضدعفونی و سترون‌سازی، مطابق با روش مندرج در بند آمایش نمود.

۴- معمولاً برای دفع نمونه‌های مدفوع از روش سوزاندن استفاده می‌شود. لذا توصیه می‌شود بلافاصله پس از انجام آزمایش، ظروف محتوی مدفوع در یک ظرف پلاستیکی با درب محکم و به رنگ زرد و علامت خطر زیستی قرار گیرد تا برای مراحل بعدی آماده گردد.

به منظور جلوگیری از خطرات احتمالی ناشی از حمل و نقل و ذخیره این نوع نمونه‌ها، توصیه می‌گردد نمونه‌های مدفوع در سه برابر حجم خود با فرمالین ۱۰٪ به مدت حداقل ۳۰ دقیقه فیکس گردند و سپس جهت بسته‌بندی در ظرف مربوطه قرار گیرند و برای دفع نهایی آماده شوند.

۵- نمونه‌های بافتی فیکس شده در فرمالین، پس از نگهداری به مدت زمان لازم (حداقل یک ماه) در یک ظرف پلاستیکی محکم با رعایت رنگ مورد تصویب در کشور (معمولاً زرد رنگ) و علامت خطر زیستی جهت بسته‌بندی و برچسب‌گذاری آماده دفع می‌گردد.

۶ و ۷- ظروف محتوی محیط کشت آلوده همراه با تمامی موادی که به نوعی با مایعات بدن آلوده شده‌اند و فرآورده‌های بیولوژیک بلافاصله پس از تولید در کیسه‌های قابل اتوکلاو قرار گرفته و در حداقل زمان ممکن، جهت آمایش به واحد سترون‌سازی فرستاده شوند.

انتقال از محل تولید پسماندهای عفونی به محل آمایش

اساس کار باید بر کاهش فاصله زمانی و حتی‌المقدور مکانی بین تولید یک پسماند عفونی تا آمایش آن پسماند استوار گردد. به این منظور پسماندهای نوع اول (در گروه‌های هفت‌گانه بالا) باید پس از تولید مستقیماً آمایش و سپس به محل بسته‌بندی و ذخیره منتقل شوند. پسماندهای نوع دوم و سوم جهت آمایش، شست‌وشو و آب‌کشی به بخش مربوطه تحویل گردند. پسماندهای نوع چهارم (مدفوع) و پسماندهای نوع پنجم (بافت) پس از اقدامات اولیه به محل بسته‌بندی و ذخیره تحویل داده شود. پسماندهای نوع ششم و هفتم نیز باید در کیسه‌های قابل اتوکلاو قرار گرفته و به‌طور روزانه (یا یک روز در میان) اتوکلاو شده و پس از آمایش به محل نگهداری و بسته‌بندی ارسال گردد.

آمایش (تصفیه) پسماندهای عفونی

آمایش پسماندهای عفونی روندی است که برای کاهش یا حذف توان بالقوه پسماندها در ایجاد بیماری طراحی گردیده است. روش‌های متعددی از جمله سترون‌سازی از طریق حرارت یا بخار

(اتوکلاو) و یا گرمای خشک (فور)، تصفیه از طریق بخارگاز، استفاده از مواد ضدعفونی کننده شیمیایی و به کارگیری فن آوری های جدید جهت انجام این کار وجود دارد.

بخشی از این روش ها همراه با کاربرد آنها به شرح زیر بیان می گردد:

آمایش با استفاده از اتوکلاو (تصفیه از طریق حرارت با بخار)

تمام پسماندهای عفونی از نوع مواد تیز و برنده، محیط های کشت آلوده و مواد آلوده باید با استفاده از اتوکلاو آمایش گردند.

توصیه می گردد در انتخاب حجم مناسب جهت خرید دستگاه اتوکلاو به تولید روزانه پسماندهای عفونی نیز توجه گردد.

زمان پیشنهادی برای سترون شدن حداقل ۳۰ دقیقه تا یک ساعت با حداقل دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد است. برای جلوگیری از بوی بد و خطرات احتمالی پیشنهاد می گردد محل قراردادن اتوکلاو در خارج از فضای آزمایشگاه و در محلی که تهویه مطلوب داشته باشد، در نظر گرفته شود. می توان از قرص های معطر کننده اتوکلاو برای رفع بوی بد آن استفاده کرد.

آمایش از طریق حرارت با هوای خشک (فور)

در این روش به کمک حرارت 180°C - 160°C به مدت دو تا چهار ساعت شرایط برای نابود کردن ارگانیسم ها فراهم می گردد. این روش جهت سترون سازی شیشه ها و ظروف محتوی خون و مایعات پس از شست و شو کاربرد دارد.

آمایش با مواد ضدعفونی کننده شیمیایی

این روش برای تصفیه مایعات و فرآورده های خونی و یا ضدعفونی سطوح کاربرد دارد. مواد شیمیایی مانند ترکیباتی که دارای کلر فعال، فرمالدئید، فنل، ید، پراکسید هیدروژن و الکل هستند، برای ضدعفونی کردن ظروف محتوی سرم و مایعات (بند ۲ و ۳ انواع پسماندهای عفونی) پیشنهاد می گردد.

در مرحله شست و شو جهت پیشگیری از آلودگی پیشنهاد می گردد تمامی ظروف محتوی فرآورده های خونی و مایعات (همراه با محتویات آنها) در داخل یک ظرف پلاستیکی محتوی ماده سفیدکننده هیپوکلریت سدیم (وایتکس) با رقت ۱/۱۰ (به شرط اینکه محلول اولیه دارای کلر فعال ۵٪ باشد)، ریخته شود و حداقل به مدت یک ساعت نگهداری شود. سپس مسئول شست و شو ضمن رعایت نکات ایمنی از جمله استفاده از دستکش مناسب، روپوش و سایر وسایل حفاظتی اقدام به شست و شو با فرچه نموده و پس از آب کشی ظروف و خشک شدن آنها سه مرتبه با آب مقطر نیز آب کشی شده و سپس این ظروف در فور در گرمای 180°C - 160°C به مدت دو تا چهار ساعت سترون شود. در قسمت دستورالعمل فنی وسایل شیشه ای (فصل چهارم) به طور کامل این مبحث شرح داده شده است.

بسته‌بندی

بسته‌بندی پسماندهای عفونی باید به گونه‌ای باشد که ایمنی لازم برای تمامی کسانی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم با آن‌ها سر و کار دارند رعایت گردد. همچنین کمترین آلودگی برای محیط زیست ایجاد گردد. ظروف محتوی این پسماندها که بهتر است از جنس پلاستیک محکم (پلی‌اتیلن) باشد، باید به‌نحوی طراحی گردد که در تمامی مراحل ذخیره‌سازی، حمل و دفع، استحکام و مقاومت داشته باشند. درب تمامی ظروف باید برای جلوگیری از سرریز شدن پسماندها با دقت هر چه تمام‌تر بسته شوند و پس از برچسب‌گذاری و ذخیره موقت جهت آمایش نهایی آماده شده و یا به موسسه حمل و نقل پسماندها تحویل گردند.

با اینکه مطابق مراجع معتبر علمی مایعات عفونی، باید در ظروف مخصوص با مقاومت کافی قرار گرفته و پس از برچسب‌گذاری جهت انتقال و دفع آماده گردد، اما به دلیل عدم امکانات لازم در ایران در حال حاضر آزمایشگاه‌ها موظف به آمایش این مواد در محل آزمایشگاه هستند که در بخش مربوطه بیان شده است.

برچسب‌گذاری

تمامی پسماندهای عفونی باید مستقیماً در بسته‌های پلاستیکی (پلی‌اتیلن) و زردرنگ با علامت خطر زیستی قرار گیرند. بهتر است علاوه بر علامت فوق، نام آزمایشگاه و تاریخ تولید این مواد در برچسب فوق (به‌خصوص پسماندهایی که جهت دفع نهایی به خارج از آزمایشگاه منتقل می‌شوند) ذکر گردد.

نگهداری پسماندهای عفونی قبل از آمایش

پسماندهای عفونی حتی‌المقدور به‌طور موقت ذخیره شوند و محل نگهداری باید با علامت خطر زیستی، مشخص شده و در نزدیکی محل تولید یا آمایش قرار داشته باشد. معمولاً در مراکزی که مجهز به کوره زباله‌سوز هستند پسماندها در همین محل ذخیره می‌شوند. توجه به این نکته ضروری است که محل مذکور باید مجهز به شبکه فاضلاب بوده و کف و دیواره آن کاملاً قابل شست‌وشو باشد.

حمل و نقل پسماندهای عفونی

حمل و نقل پسماندهای عفونی باید در ظروف (کانتینرهای) دربسته باشد و برای هر بخش، فضای جداگانه‌ای در نظر گرفته شود. مسیر حمل و نقل از محل آزمایشگاه تا کانتینر مخصوص حمل و نقل باید کوتاه بوده و کمترین تماس با بیماران و کارکنان وجود داشته باشد. همچنین به منظور جلوگیری از پارگی کیسه‌ها، حتماً حمل آنها به وسیله دست و با رعایت اصول ایمنی (استفاده از دستکش مناسب، ماسک و سایر وسایل حفاظتی لازم) انجام شود و از به‌کارگیری ابزارهای مکانیکی خودداری گردد.

آمایش نهایی پسماندهای عفونی

اصول و شرایط مراکز آمایش نهایی و دفع پسماندهای عفونی در مبحث موسسات مجری برنامه آمایش و انهدام پسماند ذکر گردیده است. لازم به ذکر است که براساس مراجع معتبر علمی بهترین روش برای دفع پسماندهای عفونی ابتدا سوزاندن ضایعات و سپس دفن خاکستر آن در زمین است (ترجیحا با عمق زیاد)؛ به شرط اینکه زباله‌سوزها استانداردهای لازم در خصوص جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی را دارا باشند.

مدیریت دفع پسماندهای آسیب‌شناسی تشریحی

چگونگی دفع پسماندهای آسیب‌شناسی تشریحی به تفکیک به شرح زیر است:

۱- نمونه‌های بافتی:

پس از طی مدت زمان تعیین شده جهت نگهداری نمونه‌ها، چنانچه نمونه کالبدگشایی (اتوپسی) یا اعضا بدن باشد براساس موازین شرعی عمل شود. در غیر این‌صورت در محفظه‌های ایمن قرار داده شده و دفع شود.

۲- بلوک‌های پارافینی:

پس از طی مدت زمان تعیین شده برای نگهداری، مطابق دستورالعمل مصوب آزمایشگاه مرجع سلامت در کیسه زباله ریخته شده و دفع گردند.

۳- لام‌های سیتولوژی و پاتولوژی:

پس از طی مدت زمان تعیین شده برای نگهداری در دستورالعمل فوق در محفظه ایمن ریخته شده و پس از این‌که سه چهارم محفظه پر شد به طریق بهداشتی دفع گردند.

۴- مواد شیمیایی:

بر اساس توصیه‌های مندرج در راهنمای اصول مدیریت پسماندهای شیمیایی دفع گردند.

۵- تیغ‌های جراحی، تیغ‌های یک‌بار مصرف میکروتوم، سر سوزن‌های مورد استفاده و قطعات شیشه شکسته شده:

مطابق مراحل ذکر شده در راهنمای اصول دفع پسماندهای عفونی در محفظه ایمن ریخته می‌شوند. پس از این‌که سه‌چهارم محفظه پر شد، با اتوکلاو آلودگی‌زدایی شده و به‌طریق بهداشتی دفع گردند.

راهنمای اصول مدیریت پسماندهای پرتوزا

براساس میزان فعالیت آزمایشگاه‌های کشور در زمینه استفاده از کیت‌ها و مواد پرتوزا که طیف بسیار گسترده‌ای را شامل می‌شود، سازمان انرژی اتمی راهنماهای ویژه‌ای برای این منظور تدوین نموده که آزمایشگاه‌ها ملزم به رعایت آن هستند.

یکی از دستورالعمل‌های ضروری در این رابطه، دستورالعمل دورریزی پسماندهای مرتبط با کیت‌های حاوی ید ۱۲۵ است که در انتهای این بخش ارائه می‌گردد و آزمایشگاه‌های مرتبط موظفند مطابق با آن عمل نمایند. ضمناً به دلیل اهمیت مدیریت ایمنی در برابر پرتوهای یون‌ساز، این مطلب در فصل ششم، مورد بحث قرار می‌گیرد. در این بخش به اصول کلی و مراحل مختلف جداسازی، بسته‌بندی، برچسب‌گذاری و آمایش پسماندهای پرتوزا اشاره کوتاهی خواهیم داشت.

جداسازی پسماندهای پرتوزا

با توجه به مراحل مختلف دفع این نوع پسماند، الزامی است که مواد پرتوزا اعم از ایزوتوپ‌ها و رادیوداروها با توجه به میزان نیمه عمر در محل تولید از هم جدا شوند. همچنین این پسماندها باید از دیگر پسماندها در محل تولید جدا گردند.

در مراکزی که با پسماندهای مایع سر و کار دارند، باید انواع مختلف پسماندهای مایع را از یکدیگر و نیز پسماندهای جامد، مایع و مواد تیز و برنده در محل تولید از یکدیگر تفکیک گردند.

بسته‌بندی و جمع‌آوری پسماندهای پرتوزا

در یک برنامه جامع مدیریت معمولاً محفظه‌های مختلفی برای جمع‌آوری و نگهداری انواع پسماندهای پرتوزا از طرف سازمان انرژی اتمی تدارک دیده شده‌اند که در اختیار موسسات قرار می‌گیرند، مثلاً ظروف پلاستیکی دربسته برای پسماندهای مایع، محفظه اختصاصی از جنس مقوا با آستر پلاستیکی برای پسماندهای جامد و خشک و ظروف مخصوص و مقاوم در برابر سوراخ شدن برای پسماندهای نوک تیز.

بدیهی است درب تمامی این ظروف باید کاملاً محکم بوده و پیش از هرگونه جابه‌جایی بسته شود.

برچسب‌زدن

با توجه به موارد بیان شده در بند بسته‌بندی ضروری است که بر روی هر یک از بسته‌های فوق برچسب مخصوص که نشانگر علایم هشداردهنده و همچنین نوع پسماند است، قرار گیرد.

آمایش در محل آزمایشگاه

پسماندهای مایع که نمی‌توان آنها را به روش تجزیه (نیمه عمر کمتر از ۶۵ روز) در محل ذخیره از بین برد، در صورت وجود شرایط ذیل می‌توان از طریق سامانه فاضلاب دفع گردد.

۱- الف) حداکثر مقدار ماده پرتوزا برای دفع در سامانه فاضلاب در یک مرکز ^{137}Cs در سال باشد.

ب) حداکثر مقدار مجاز C-14 برای دفع در سامانه فاضلاب در یک مرکز ^{137}Cs در سال باشد.

پ) حداکثر مقدار مجاز H-3 برای دفع در سامانه فاضلاب در یک مرکز ^{137}Cs در سال باشد.

۲- هر مرکز فقط از یک چاهک دست‌شویی می‌تواند برای آمایش پسماندهای پرتوزا استفاده نماید بدیهی است که برای این منظور مرکز مربوطه باید با توجه به حجم و غلظت ماده پرتوزا، به میزان مناسب و کافی از آب جهت رقیق‌سازی استفاده نماید. ضمناً چاهک دست‌شویی مربوطه با علامت هشداردهنده مشخص گردد.

۳- میزان دفع پسماندهای پرتوزا روزانه و ماهانه نیز باید با توجه به بند اول، از مقدار تعیین شده توسط سازمان انرژی اتمی بیشتر نباشد.

۴- حتماً مواد پرتوزای دفعی باید محلول در آب باشند.

۵- حلال‌های قابل اشتعال که قابلیت مخلوط شدن با آب را ندارند، نمی‌توان با این روش دفع کرد.

۶- مواد پرتوزایی که به آسانی در محل انبار تجزیه می‌شوند، نباید از طریق سامانه فاضلاب دفع گردند.

خوشبختانه در بسیاری از آزمایشگاه‌های کشور به دلیل حجم کم پسماندهای پرتوزا و نیمه عمر کوتاه می‌توان آنها را با شرایط فوق از طریق فاضلاب دفع نمود.

روش‌های دیگر آمایش در بند مربوطه ذکر می‌گردد.

انتقال پسماندهای پرتوزا

تمامی پسماندهای پرتوزا که در محل آزمایشگاه مورد آمایش قرار نمی‌گیرد، باید جهت ذخیره‌سازی یا دفع توسط سازمان انرژی اتمی از محل آزمایشگاه منتقل شوند. اوراق و اسناد حمل این مواد شامل نوع، حجم و زمان دریافت این پسماندها بوده و باید توسط سازمان انرژی اتمی مورد تایید قرار گیرد. بدیهی است از این مرحله به بعد مسئولیت دفع و وارهایی نهایی برعهده سازمان انرژی اتمی است.

ذخیره‌سازی

محل ذخیره و انبار پسماندهای پرتوزا توسط سازمان انرژی اتمی تعیین می‌گردد که این محل باید محلی امن باشد. این پسماندها توسط بسته‌هایی که در آنها تمام شرایط ایمنی بسته به نوع ماده پرتوزا رعایت گردیده و اوراق آنها تکمیل شده است، به آن محل منتقل گردند.

معمولا مواد پرتوزا که نیمه عمرشان ۶۵ روز یا کمتر است به روش تجزیه در محل ذخیره از بین می‌روند.

آمایش پسماندهای پرتوزا

روش‌های آمایش پسماندهای پرتوزا عبارتند از: تخلیه پسماندها در یک سامانه فاضلاب بهداشتی، انتشار در اتمسفر، سوزاندن، انتقال پسماند برای دفن در یک محل و یا ذخیره کردن در یک محل به منظور تجزیه نهایی آن. کاربرد هر یک از این روشها بستگی به نوع پسماند، نیمه عمر رادیوایزوتوپ، قابلیت اشتعال و آیین‌نامه‌های قانونی دارد.

- آمایش پسماند از طریق سامانه فاضلاب بهداشتی:
که در قسمت مربوط به آمایش در محل آزمایشگاه مورد بحث قرار گرفته است.
- انتشار در اتمسفر:
این روش برای دی‌اکسیدهای کربن یا گزنون ۱۳۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولا این گازها از طریق یک هود (با فیلتر مناسب) به داخل اتمسفر فرستاده می‌شود.
- سوزاندن:

بیشتر برای لاشه حیواناتی که در مراکز تحقیقاتی با مواد پرتوزا تماس داشته‌اند به کار گرفته می‌شود. معمولا لاشه این حیوانات در کیسه‌های مخصوص قرار می‌گیرد که برروی آن میزان و نوع ماده پرتوزا و ایزوتوپ مصرفی ذکر می‌گردد. به علاوه پس از سوزاندن باید میزان پرتوزایی خاکستر تولید شده قبل از دفع نهایی آن اندازه‌گیری شود.

مستندات در برنامه مدیریت پسماندهای پرتوزا

- کسب مجوز لازم برای استفاده از مواد پرتوزا در فعالیتهای تشخیصی، درمانی یا تحقیقاتی
موسسه
- قرارداد منعقد شده بین موسسه و سازمان انرژی اتمی با ذکر تمامی فعالیتهای موسسه و وظایف طرفین نسبت به یکدیگر
- ثبت تمامی فعالیتهای آن موسسه در زمینه استفاده از مواد پرتوزا
- ثبت گزارش‌های بازدید بازرسان سازمان انرژی اتمی
- تدوین راهنمای ویژه نحوه برخورد در مواقع ریخته‌شدن اتفاقی مواد پرتوزا در محیط با توجه به مقدار و درجه سمیت یا نیمه عمر ماده پرتوزا
- ثبت روزانه حجم و نوع پسماندهای مورد آمایش در محل آزمایشگاه
- تکمیل و ثبت اسناد مربوط به انتقال و دفع پسماند توسط سازمان انرژی اتمی

در این اسناد باید حجم، نوع و زمان تحویل از مرکز و زمان تحویل آن به مرکز انهدام پسماند مستقر در سازمان انرژی اتمی مشخص گردد.

➤ مشخص شدن چاهک اختصاصی دفع پسماند پرتوزا

➤ آیین‌نامه و مقررات سازمان انرژی اتمی در خصوص مدیریت دفع پسماندهای پرتوزا

➤ مشخص کردن انواع پسماندهای مورد آمایش در آزمایشگاه و انواع پسماندهایی که برای آمایش به خارج آزمایشگاه منتقل می‌گردند.

➤ مشخص نمودن نحوه مدیریت دفع مواد تیز و برنده آلوده به مواد پرتوزا

به منظور آشنایی هرچه بیشتر خوانندگان در زمینه دورریزی پسماندهای پرتوزا، دستورالعمل دورریزی (وارهایی) پسماندهای مرتبط با کیت‌های حاوی ید ۱۲۵ که توسط سازمان انرژی اتمی (واحد امور حفاظت در برابر اشعه) تدوین گردیده است، به شرح ذیل بیان می‌گردد.

دستورالعمل دورریزی (وارهایی) پسماندهای مرتبط با کیت‌های حاوی

I-۱۲۵

تمامی آزمایشگاه‌هایی که مصرف آن‌ها بیش از ۵۰ بسته (۲۰۰ میکرو کوری) رادیوکیست در ماه است، باید موارد زیر را رعایت نمایند:

- پسماندها باید در بطری‌های پلاستیکی دربسته جمع‌آوری و نگهداری گردد.
- پسماندهای جامد باید در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم و غیر قابل نشت جمع‌آوری و روی بسته‌ها علامت خطر اشعه نصب گردد و در سطل پلاستیکی مناسب که داخل آن با کیسه نایلونی پوشانده شده باشد، قرار گیرد.
- لازم است محل مناسبی برای جمع‌آوری پسماندهای مایع و جامد تهیه شده و پس از خاتمه کار روزانه این پسماندها از آزمایشگاه خارج و به این محل منتقل گردند.
- آزمایشگاه‌های با مصرف بالای رادیوکیست باید نسبت به انعقاد قرارداد با واحد پسمانداری سازمان انرژی اتمی اقدام و تمامی پسماندها تحویل واحد مذکور گردد.
- آزمایشگاه تحت هیچ شرایطی نباید پسماندهای پرتوزا را همراه با پسماندهای آزمایشگاهی دورریزی نمایند.

در صورتی که مصرف آزمایشگاه کمتر از ۵۰ بسته (۲۰۰ میکرو کوری) رادیوکیست در ماه باشد، جهت دورریزی پسماندهای حاصل باید نکات زیر رعایت گردد:

پسماندهای مایع:

- در هر روز از ۵۰۰ آمایش تجاوز نکند.
- در هر ماه از ۵۰۰۰ آمایش تجاوز نکند.

پسماندهای جامد:

پسماندهای پرتوزا را می‌توان در یک بسته مناسب به همراه سایر پسماندهای عفونی با شرایط

زیر دورریزی نمود:

- وزن هر بسته کمتر از ده کیلوگرم باشد.
- بازاء هر کیلوگرم وزن بسته، نباید پسماندهای بیش از ده آزمایش قرار داده شود.
- آهنگ دوز در هیچ نقطه از سطح بسته از پنج میکروسیورت در ساعت تجاوز نکند.
- هیچ‌گونه برچسب علایم خطر اشعه یا علایم خطر مواد پرتوزا روی پسماند نباشد.
- هر بسته در داخل کیسه پلاستیکی مقاوم قرار داده شود، به‌گونه‌ای که احتمال نشت آلودگی به خارج وجود نداشته باشد.
- مقادیر دورریزی شده در هر نوبت در دفاتر آزمایشگاه ثبت گردد.
- بسته‌ها مستقیماً تحویل مأموران شهرداری داده شود و تحت هیچ عنوان در خارج از محیط آزمایشگاه قرار نگیرد.
- در هر نوبت که مواد پرتوزا به داخل فاضلاب تخلیه می‌گردد باید ظرف‌شویی و فاضلاب با مقدار زیاد آب شسته شود.
- پسماندهای پرتوزا بدون دلیل موجه نباید در محل آزمایشگاه نگهداری گردند.
- قبل از دورریزی ویال‌ها باید از عدم امکان استفاده مجدد آنها اطمینان حاصل نمود (ویال‌ها قبل از دورریزی شکسته شوند).