جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

الزامات، دستورالعمل ها و راهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

راهنمای
مدیریت پسماندهای شیمیایی و دارویی در مراکز بهداشتی و درمانی

۱-۰۵۰۷-۰۲۰۲-۰۵۰۲

بهار ۱۳۹۵

بسم الله الرحمن الرحیم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

راهنمای

مدیریت پسماندهای شیمیایی و دارویی در مراکز بهداشتی و درمانی

الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

مرکز سلامت محیط و کار
پژوهشکده محیط زیست

بهار ۱۳۹۵

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۳۷-۴۷-۲

نام کتاب: راهنمای مدیریت پسماندهای شیمیایی و دارویی در مراکز بهداشتی و درمانی

تهیه کننده پیش نویس: دکتر محمدصادق حسنوند

ناشر: پژوهشکده محیط زیست

تاریخ و نوبت چاپ: بهار ۹۵ نوبت اول

عنوان و نام پدیدآور: راهنمای مدیریت پسماندهای شیمیایی و دارویی در مراکز بهداشتی و درمانی: الزامات، دستورالعمل ها و .../ مرکز سلامت محیط و کار، پژوهشکده محیط زیست؛ کمیته فنی تدوین فائزه ایزدپناه... [و دیگران].

مشخصات نشر: تهران: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشتی، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ۱۰۴ ص.: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۳۷-۴۷-۲

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: کمیته فنی تدوین فائزه ایزدپناه، محمدصادق حسنوند، نوشین راستکاری، سیدرضا غلامی، ساسان فریدی، فریبا ملک احمدی، کاظم ندافی، صادق نیازی

یادداشت: کتابنامه: ص. ۹۲.

موضوع: بیمارستان ها- - زباله زدایی- - مدیریت

موضوع: Hospitals - - Waste disposal- - Management

موضوع: مواد زاید پزشکی- - مدیریت

موضوع: Medical wastes - - Management

شناسه افزوده: ایزدپناه، فائزه، ۱۳۶۰-

شناسه افزوده: ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. مرکز سلامت محیط و کار

شناسه افزوده: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. پژوهشکده محیط زیست

شناسه افزوده: ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. معاونت بهداشتی

رده بندی کنگره: ۱۳۹۵ ۲ر/RA ۹۶۹/۴۵

رده بندی دیویی: ۳۶۳/۷۲۸۸

شماره کتابشناسی ملی: ۴۲۶۷۰۱۱

- عنوان: راهنمای مدیریت پسماندهای شیمیایی و دارویی در مراکز بهداشتی و درمانی
- کد الزامات: ۱-۰۵۰۷-۲۰۵۰۲۰۲
- تعداد صفحات: ۱۰۴

مرکز سلامت محیط و کار:

شهرک قدس ـ بلوار فرحزادی ـ بلوار ایوانک ـ ساختمان مرکزی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ـ بلوک A ـ طبقه ۱۱ـ واحد شمالی

تلفن: ۸۱۴۵۴۱۲۰

http://markazsalamat.behdasht.gov.ir

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران ـ خیابان کارگر شمالی ـ نرسیده به بلوار کشاورز ـ پلاک ۱۵۴۷ طبقه هشتم

تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۹-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸-۰۲۱

http://ier.tums.ac.ir

کمیته فنی تدوین راهنما به ترتیب الفبا

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی/ سمت	محل خدمت
مهندس فائزه ایزدپناه	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر محمدصادق حسنوند	استادیار/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر نوشین راستکاری	دانشیار/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
مهندس سید رضا غلامی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس ساسان فریدی	کارشناس/ عضو کمیته	دانشگاه علوم پزشکی تهران
مهندس فریبا ملک احمدی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
دکتر کاظم ندافی	استاد/ عضو کمیته	دانشگاه علوم پزشکی تهران
مهندس صادق نیازی	کارشناس/ عضو کمیته	دانشگاه علوم پزشکی تهران

از جناب آقای دکتر محمدصادق حسنوند که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند سپاسگزاری می گردد.

فهرست:

۱– مقدمه ۱
۲– هدف ۲
۳– دامنه کاربرد ۳
۴– تعاریف ۳
۴–۱ پسماند بهداشتی درمانی ۳
۴–۲ پسماندهای شیمیایی ۳
۴–۳ پسماندهای دارویی ۴
۴–۴ پسماند خطرناک ۴
۴–۵ تعریف قانون حفاظت و بازیافت منابع از پسماند شیمیایی ۴
۴–۶ پسماندهای شیمیایی در مراکز بهداشتی درمانی ۴
۴–۷ پسماندهای خورنده ۵
۴–۸ مقدار کم پسماند شیمیایی ۵
۴–۹ مقدار زیاد پسماند شیمیایی ۵
۴–۱۰ پسماندهای حاوی فلزات سنگین ۵
۴–۱۱ اتوکلاو ۶
۴–۱۲ تاسیسات تصفیه ۶
۴–۱۳ بی خطرسازی پسماند ۶
۴–۱۴ تاسیسات بی خطرسازی پسماند ۶
۴–۱۵ پسماندسوزی ۶
۵– پسماندهای شیمیایی ۷
۵–۱ احتراق پذیری ۷
۵–۲ خورندگی ۷
۵–۳ واکنش پذیری ۸

۵-۴ سمیت ۸
۶- فهرست پسماندهای خطرناک ۹
۶-۱ لیست F ۹
۶-۲ لیست K ۹
۶-۳ لیست P ۱۰
۶-۴ لیست U ۱۰
۷- دیگر پسماندهای شیمیایی ۱۳
۸- عمده ترین پسماندهای خطرناک بیمارستانی ۱۴
۸-۱ استون ۱۴
۸-۱-۱ اطلاعات مربوط به سمیت ۱۴
۸-۱-۲ ذخیره سازی استون ۱۴
۸-۱-۳ روش های دفع استون ۱۵
۸-۲ سیکلوهگزامید ۱۵
۸-۲-۱ اثرات مواجهه با سیکلوهگزامید ۱۵
۸-۲-۲ روش های دفع سیکلوهگزامید ۱۶
۸-۳ فرم آلدئید ۱۶
۸-۳-۱ دفع فرمالین ۱۶
۸-۴ مواد شیمیایی فتوگرافیک ۱۸
۸-۴-۱ تصفیه و دفع مواد شیمیایی فتوگرافیک ۱۸
۸-۵ حلال های هالوژن دار، اسیدها و قلیاهای آزمایشگاهی ۱۹
۸-۵-۱ تصفیه و دفع حلال های هالوژن دار، اسیدها و قلیاهای آزمایشگاهی ۱۹
۸-۶ زایلن ۲۰
۸-۶-۱ اثرات مواجهه با زایلن ۲۰
۸-۶-۲ روش های دفع زایلن ۲۰
۸-۷ الکل متیلیک ۲۱

۸–۷–۱ روش های دفع الکل میتیلیک ۲۱
۸–۸ گلیکول متیل اتر ۲۲
۸–۸–۱ روش های دفع گلیکول متیل اتر ۲۲
۸–۹ دی اتیل اتر ۲۲
۸–۹–۱ اثرات مواجهه با دی اتیل اتر ۲۳
۸–۹–۲ روش های دفع دی اتیل اتر ۲۳
۸–۱۰ پسماندهای ژئوتوکسیک ۲۳
۸–۱۱ گازهای مورد استفاده در بخش درمان ۲۴
۸–۱۲ گندزداها ۲۵
۸–۱۳ جیوه ۲۵
۸–۱۴ نقره ۲۶
۸–۱۵ پسماند شیمیایی با رویکردهای ویژه ۲۶
۸–۱۶ پسماندهای شیمیایی پراکسیدی ۲۶
۹– خطرات پسماندهای بهداشتی درمانی ۲۷
۱۰– مدیریت پسماند شیمیایی ۲۹
۱۰–۱ کمینه سازی پسماند ۲۹
۱۰–۲ ذخیره سازی ۲۹
۱۰–۳ انتقال یا حمل و نقل پسماندهای شیمیایی ۳۵
۱۰–۴ تصفیه و دفع پسماندهای شیمیایی ۳۶
۱۰–۴–۱ دفع پسماندهای شیمیایی اشتعال زا ۳۷
۱۰–۴–۲ دفع پسماندهای شیمیایی سمی ۳۷
۱۰–۴–۳ دفع پسماندهای شیمیایی سرطانزا ۳۸
۱۰–۴–۴ دفع پسماندهای خطرناک بیولوژیک ۳۸
۱۰–۴–۵ محفظه سازی و دفن بهداشتی مطمئن در محل بیمارستان ۴۰

۱۱– پسماندهای دارویی ۴۰
۱۱–۱ اثرات پسماندهای دارویی مشاهده شده در محیط زیست ۴۰
۱۱–۲ گروه های در معرض خطر پسماندهای دارویی ۴۱
۱۱–۳ منابع تولید پسماندهای دارویی ۴۱
۱۱–۳–۱ منابع اصلی تولید پسماندهای دارویی ۴۱
۱۱–۳–۲ منابع جزئی تولید پسماندهای دارویی ۴۲
۱۱–۴ کمینه سازی پسماند ۴۲
۱۱–۵ دسته بندی پسماندهای دارویی ۴۳
۱۱–۶ حمل و نقل پسماندهای دارویی ۶۱
۱۱–۷ نگهداری و ذخیره سازی در جایگاه موقت ۶۴
۱۱–۸ روش های دفع پسماندهای دارویی ۶۵
۱۱–۸–۱ خنثی سازی ۶۵
۱۱–۸–۲ دفن بهداشتی ۶۷
۱۱–۸–۳ کپسوله کردن یا محصورسازی ۷۰
۱۱–۸–۴ دفن مطمئن در محل بیمارستان ۷۱
۱۱–۸–۵ تخلیه به سیستم فلاضلابرو شهری ۷۳
۱۱–۸–۶ سوزاندن ۷۳
۱۱–۸–۶–۱ سوزاندن در دمای زیاد ۷۶
۱۱–۸–۷ تجزیه شیمیایی ۷۷
۱۱–۸–۸ بازگرداندن به توزیع کننده اولیه ۸۴
۱۱–۹ برخی از اقدامات بهداشتی در حوادث مرتبط با پسماندهای ۸۵
۱۱–۱۰ دستورالعمل پاکسازی در حوادث ریخت و پاش پسماند خطرناک ۸۶
۱۱–۱۱ گزارش دهی حوادث ۸۷
۱۱–۱۲ برنامه آموزش مدیریت پسماند بهداشتی درمانی برای کارکنان ۸۸

۱۱–۱۲–۱ برخی توصیه ها برای آموزش کارکنان مراکز بهداشتی درمانی ۸۹
۱۱–۱۲–۲ برخی توصیه ها برای آموزش کادر خدماتی ۸۹
۱۱–۱۲–۳ برنامه آموزش مدیریت پسماند بهداشتی درمانی برای عموم مردم ۹۰
مراجع ۹۲

پیشگفتار

در راســتای اهداف سیستم های بهداشــتی جهت حذف عوامل خطر بالقوه، تولید پسماند از مراکز ارائه دهنده خدمــات بهداشــتی درمانی اجتناب ناپذیر بوده و این پســماندها مــی توانند خود بعنوان یکــی از عوامل خطر برای ســلامت محســوب گردند. پســماندهای حاصل از مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی خصوصاً پسماندهای شیمیایی و دارویی دارای پتانسیل بالا جهت آسیب به سلامت انسان و محیط زیست بوده و استفاده از روش های ایمن و قابل اعتماد برای مدیریت آنها ضروری خواهد بود. عدم رعایت مدیریت صحیح و ایمن این نوع پسماندها، پیامدهای بهداشتی و قابل ملاحظه ای بر محیط زیست خواهد داشت. بنابراین حفظ سلامت انسان و محیط زیست از جمله اهداف مدیریت پسماندهای مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی است.

به همین منظور جهت آشنایی کارشناسان با روش‌های صحیح مدیریت این نوع پسماندها اعم از ذخیره موقت، حمل و نقل، روش های دفع و سایر اجزای مدیریت پسماند راهنمای حاضر تحت عنوان «مدیریت پسماندهای شیمیایی و دارویی در مراکز بهداشتی و درمانی» تهیه و تدوین گردید.

به منظور دسترســی بیشــتر کاربران، فایل این راهنما بر روی تارگاه های وزارت بهداشــت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز سلامت محیط و کار قرار می گیرد. ضمن تشــکر از زحمات تمامی دســت اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمود، بدینوسیله از کلیه کارشناســان و صاحبنظران ارجمند دعوت می شــود تا با ارائه نظرات و پیشنهادات خود این مرکز را در تکمیل این راهنما یاری نمایند.

دکتر خسرو صادق نیت

رئیس مرکز سلامت محیط و کار

۱– مقدمه

پسماندهای شیمیایی و دارویی در زمره پسماندهای خطرناک بوده و نگهداری، حمل و نقل و دفع آنها باید تحت ضوابط خاص ملی و بین المللی صورت گیرد. عدم رعایت ضوابط می تواند منجر به حوادث و سوانح جبران ناپذیری گردد. حفظ سلامت انسان و محیط زیست از جمله اهداف مدیریت پسماندهای شیمیایی و دارویی است. پسماندهای شیمیایی در طبقه بندی پسماندهای صنعتی و خطرناک قرار دارند. نظارت و کنترل کافی مواد شیمیایی و دیگر پسماندهای خطرناک یکی از مسائل عمده محیط زیست در دهه ۱۹۸۰ بوده است و امروزه با دقت و جدیت بیشتری پیگیری می شود. نگهداری و حمل و نقل، جابجایی نامناسب و بدون رعایت ضوابط زیست محیطی و بهداشت محیطی، مشکلات عدیده ای برای سلامت انسان و دیگر موجودات ایجاد می نماید و خطرات جبران ناپذیری را برای محیط زیست به دنبال خواهد داشت. در کشورهای در حال توسعه، در کنار رشد صنعتی نیاز به اعمال برنامه های مدیریتی پسماندهای شیمیایی و دارویی وجود دارد. هر سیستم مدیریت کنترل پسماند شیمیایی و دارویی برای دستیابی به موفقیت، نیازمند قوانین و آیین نامه ها، ابزار و تسهیلات مناسب برای بازیافت، تصفیه و دفع مناسب پسماند خطرناک و تدوین برنامه های آموزشی برای مدیران دولتی و خصوصی و بهره برداران و افراد است. نکات قابل توجه در یک سیستم مدیریت پسماند شیمیایی و دارویی عبارت است از تعیین وضعیت موجود و کمیت پسماند، تدوین استراتژی های مدیریت پسماندهای شیمیایی و دارویی، مدیریت در تولید، جمع آوری و نگهداری، حمل و نقل و دفع نهایی پسماند شیمیایی و دارویی است. اقدامات لازم برای رفتار بی خطر با پسماندهای شیمیایی و دارویی و تلاش برای کاستن هزینه دفع آنها و نیز وضع مقررات مناسب برای ایمنی کار، نگهداری، بر چسب زنی و انتقال این مواد حائز اهمیت است. باید به منظور برخورد با سوانح ناشی از پسماندهای شیمیایی و دارویی نسبت به تشکیل مراکز اورژانس پسماندهای شیمیایی و دارویی اقدام نمود. از آنجا که جابجایی، نگهداری و حمل و نقل پسماندهای شیمیایی و دارویی در بسیاری از موارد منجر به بروز سوانح شده است توجه افکار عمومی به این مسئله روز به روز افزایش یافته است. البته گاهاً این مسئله ممکن است با توجه به مسائل سیاسی، به تدوین و تصویب قوانین پیچیده و عجولانه بیانجامد. به هر حال توجه عمومی به مسئله پسماندهای شیمیایی و دارویی پدیده ای نوین است و باعث گردیده است مقررات مربوط به پسماندهای شیمیایی و دارویی بیش از پیش مورد توجه ارگان های سیاسی و قضایی قرارگیرد. RCRA[1] در سال ۱۹۷۶ قانون مدیریت پسماند و پسماندهای خطرناک تولید شده در

[1] Resource Conservation and Recovery Act

ایالات متحده را به تصویب رساند در طی چندین سال EPA[1] و بازرسان حفاظت از محیط زیست تعیین کردند که هیچ انطباقی بین مدیریت پسماندهای خطرناک با RCRA وجود ندارد. تعدادی از داروها و فرمولاسیون های دارویی زیر مجموعه پسماندهای خطرناک تحت نظر RCRA قرار می گیرد. EPA و آژانس های حفاظت از محیط زیست بایستی به شناسایی، جداسازی، تعیین ترکیب، برچسب گذاری مناسب، ذخیره سازی، حمل و نقل و دفع پسماندهای دارویی منطبق با قوانین و مقرارت RCRA بپردازند. ژاپن اولین کشوری بود که در خصوص کنترل پسماندهای خطرناک اقدام نمود. حادثه سال ۱۹۶۰ در خلیج میناماتا و رودخانه آگانو در نیگاتا در ژاپن، ناشی از مصرف ماهی آلوده به متیل مرکوری و مرگ تعدادی از انسانها، همچنین مصرف آب و برنج آلوده به کادمیوم در همان محل و ایجاد بیماریهای کلیوی و عوارض استخوانی دردناک (بیماری ایتای-ایتای)، حادثه انگلستان در فوریه سال ۱۹۷۲ در میدلند به دلیل وجود بشکه های نمک سیانور در محل بازی خردسالان، فاش شدن دفع ۳۰۰ تن فنل در ۲۰ مارس ۱۹۹۱ توسط مسئولین شرکت تولیدات الکتریکی دوسان کره جنوبی به رودخانه ناکتونگ و ایجاد عوارض عصبی، همگی از حوادث ناگواری هستند که در اثر دفع غیر بهداشتی پسماند شیمیایی به وجود آمده اند. به موجب قوانین بریتانیا، هر شرکتی که قصد انتقال پسماندهای خود را دارد، قبل از هر چیز باید مطمئن گردد که حمل کننده پسماند، آن را به یکی از مراکز مجاز تصفیه یا دفع پسماند خواهد برد. اگر پسماند سمی باشد بهتر است وظیفه جمع آوری و حمل و نقل آن به شرکتی سپرده شود که با انتقال مواد سمی آشنا باشد.

۲- هدف

این رهنمود به دسته بندی پسماندهای شیمیایی و دارویی مراکز بهداشتی درمانی به صورت جداگانه می پردازد و همچنین چگونگی مدیریت سالم و بی خطرسازی این پسماندها را به شیوه علمی شرح می دهد. بنابراین هدف از این رهنمود:

۱) توسعه و فراهم آوردن رهنمودهای مربوط به پسماند شیمیایی تولید شده توسط مراکز بهداشتی درمانی و مطمئن بودن از مدیریت قانونی این پسماندها مطابق با رهنمودهای EPA و WHO.

۲) توسعه و فراهم آوردن رهنمودهای مربوط به پسماند دارویی تولید شده توسط مراکز بهداشتی درمانی و مطمئن بودن از مدیریت قانونی این پسماندها تحت قوانین و رهنمودهای EPA و WHO.

[1] Environmental Proteciton Agency

۳- دامنه کاربرد

ایـن رهنمود برای آموزش مدیران و کارشناسـان، کادر بهداشـتی درمانـی و کادر خدماتی مراکز بهداشـتی درمانی و عموم مردم در مواجهه با پسـماند شـیمیایی و دارویی و همچنین ارائه شیوه مدیریت مناسب از منبع تولید تا تصفیه و دفع می باشد.

۴- تعاریف

۴-۱ پسماند بهداشتی درمانی

به کلیه پسماندهای تولید شده در مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی (نظیر بیمارستان ها، پلی کلینیک ها، درمانگاه ها، سازمان انتقال خون، مطب ها، خانه های بهداشت و...)، مراکز تحقیقات پزشـکی و آزمایشگاه های تشخیص طبی، پسـماند بهداشتی درمانی گفته می شود. پسماند تولید شـده در اثر فعالیت های درمانی در منازل مانند تزریق انسـولین، دیالیز و... نیز در گروه پسـماند بهداشـتی درمانی قرار می گیرند. در برخی موارد از واژه های دیگر از جمله «پسماند پزشـکی» و «پسماند بیمارستانی» برای توصیف این نوع پسماند استفاده شده است[۲].

۴-۲ پسماندهای شیمیایی

پسـماندهای شـیمیایی متشـکل از مواد جامد، مایع و گازهای شیمیایی اسـت که برای کارهای تشخیصی و تجربی، کارهای نظافت، خانه داری و گندزدایی به کار می روند. پسماندهای شیمیایی مراقبت های بهداشتی درمانی می توانند خطرناک یا بی خطر باشند. در زمینه حفاظت از تندرستی موقعی خطرناک به شمار می آیند که حداقل یکی از خصوصیات ذیل را داشته باشند:

۱) سمی

۲) خاصیت خورندگی (مانند اسیدهای با pH کمتر از ۲ و بازهای با pH بیش از ۱۲)

۳) قابلیت احتراق خود به خود

۴) واکنش دهنده (مانند مواد انفجاری، مواد واکنش دهنده در مقابل آب و حساس به ضربه)

۵) ژنوتوکسیک (مانند داروهای سایتوتوکسیک)

پسـماندهای شـیمیایی غیرخطرناک شـامل آن دسـته از مواد شـیمیایی اسـت که هیچ یک از خصوصیت های ذکر شـده در بالا را نداشـته باشـند که از این نوع پسـماندها می توان به قندها، آمینواسیدها و بعضی املاح آلی و غیر آلی اشاره کرد[۳].

۴-۳ پسماندهای دارویی

پسماندهای دارویی عبارتند از داروهای تاریخ گذشته، مصرف نشده، تفکیک شده و آلوده، واکسن ها، مواد مخدر و سرم هایی که دیگر به آنها نیازی نیست و باید به نحو مناسبی دفع شوند. این پسماندها همچنین شامل اقلام دور ریخته شده مورد مصرف در کارهای دارویی مانند بطری ها و قوطی های دارای باقیمانده داروهای خطرناک، دستکش، ماسک، لوله های اتصال و شیشه (ویال) های داروها هم بوده که در صورت ورود به محیط زیست برای محیط زیست و انسان مضر باشند[۴].

۴-۴ پسماند خطرناک

تعاریف را می توان به دو گروه تقسیم نمود. تعریف اول غیرکاربردی است و توسط محققین علوم مطرح می شود و جنبه اجرایی، مهندسی و مدیریت کنترل در آن ضعیف است. در تعریف دوم هدف خاص کنترل مطرح است.

الف) پسماند خطرناک به محصولات جانبی صنایع و مواد دورریز خانگی، تجاری و صنعتی اطلاق می شود که برای سلامتی انسان، اموال و محیط زیست خطرناک است.

ب) تعریف گروه خبرگان مدیریت زیست محیطی ماده زائد خطرناک در سال ۱۹۸۵: پسماند خطرناک موادی به غیر از مواد پرتوزا هستند که دارای خواص ترکیبی شدید، قابلیت انفجار و خورندگی بوده و برای انسان و محیط زیست به تنهایی یا در حین نگهداری و حمل و نقل خطرناک هستند.

ج) در قوانین زیست محیطی در بین تعاریف مختلف اولین تعریفی که در قالب قانون به مواد شیمیایی خطرناک اشاره نمود، قانون فدرال کنترل آلودگی بود که در آن ۱۲۹ آلاینده سمی معرفی شد[۵].

۴-۵ تعریف قانون حفاظت و بازیافت منابع از پسماند شیمیایی

بر اساس این قانون، پسماند شیمیایی به پسماندهایی اطلاق می شود که دارای قابلیت اشتعال، خورندگی، فعالیت شیمیایی و سمیت باشند[۶].

۴-۶ پسماندهای شیمیایی در مراکز بهداشتی درمانی

این مواد شامل اسیدها، بازها با پایه فنلی استفاده شده در تمیزکننده های کف و سطوح،

ضدعفونی کننده ها و باقیمانده محلول های آزمایشـــگاهی، فیلم ها و عکس های اســـتفاده شده در بخش رادیولوژی و ثابت کننده ها می باشد[۴].

۴-۷ پسماندهای خورنده

پسماندهای آبی با pH کمتر از ۲ و یا بزرگتر از ۱۲/۵ که مایع بوده و باعث ایجاد خوردگی در فولاد به میزان ۶/۳۵ میلی متر در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد شود[۳].

۴-۸ مقدار کم پسماند شیمیایی

در صورتی که مرکز تولید پسماند خطرناک، پسماند زیر را تولید کرده باشد تولید مقدار کم پسماند شیمیایی صورت گرفته است[۷].

۱) جمع آوری کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم پسماند خطرناک در هر ماه: منظور از جمع آوری، گردآوری پسماند از منابع تولید مختلف در یک محل دیگر و جدای از منابع تولید پسماند است.

۲) تولید کمتر از ۱ کیلوگرم پسماند خطرناک حاد (پسماندهای خطرناک حاد عبارتند از پسماندهای خطرناکی که حتی در شـــرایط مدیریت صحیح، پتانسیل آسیب به انسان و محیط زیست را داشته باشند و این نوع پسماندها حتی در دوزهای کم برای انسان و حیوانات کشنده می باشند) در هر ماه توسط تولید کننده پسماند: منظور از واژه تولید، تولید پسماند در محل می باشد و شامل مراکزی که پسماند دیگر مراکز را جمع آوری می کنند، نمی باشد.

۳) جمع آوری ۱ کیلوگرم پسماند خطرناک حاد در هر ماه جمع آوری

۴) تولید و یا جمع آوری کمتر از ۱ گرم دی اکسین (۲،۳،۷،۸- تتراکلرو دی بنزن- پی- دی اکسین) در هر ماه

۴-۹ مقدار زیاد پسماند شیمیایی

در صورتی که پســـماند تولیدی مرکزی بیشـــتر از موارد ذکر شده در پسماند کم باشد تولید مقدار زیاد پسماند شیمیایی صورت گرفته است[۷].

۴-۱۰ پسماندهای حاوی فلزات سنگین

این پســـماندها بسیار ســـمی هســـتند به عنوان مثال می توان به پســـماندهای حاوی جیوه مانند

لامپ های فلورسـنت، دماسنج ها و ترموستات ها، پسماندهای دندانپزشکی و یا مواد حاوی سرب مورد استفاده در عکس برداری اشاره کرد[۸].

۴-۱۱ اتوکلاو

دستگاهی به منظور از بین بردن عوامل بیماری زای پسماندهای بیمارستانی و پسماندهای عفونی می باشد که در این فرآیند از رطوبت، دما و فشار بالا برای استریلیزاسیون استفاده می شود[۹].

۴-۱۲ تاسیسات تصفیه

تاسیسات تصفیه برای کاهش و یا حذف یک یا چند عامل خطر فیزیکی و شیمیایی در نظر گرفته می شـوند. تاسیسـات تصفیه ممکن است در خط انتهایی تولید پسماند یا خارج از سایت جانمایی شوند[۲].

۴-۱۳ بی خطرسازی پسماند

تبدیل بخش خطرناک پسماند پزشکی به پسماند غیرخطرناک بی خطرسازی خوانده می شود. لازم به ذکر اسـت روش های بی خطرسـازی پسماند خطرناک پزشکی در بخش مربوط به پسماندهای شیمیایی بطور مفصل ارائه شده است[۲].

۴-۱۴ تاسیسات بی خطرسازی پسماند

تاسیسـاتی که برای تبدیل پسـماند خطرناک به پسـماند بی خطر اسـتفاده می شوند. در بخش پسماندهای شیمیایی و دارویی به صورت کامل آورده شده است[۳].

۴-۱۵ پسماندسوزی

واکنش شـیمیایی مواد آلی قابل احتراق با اکسـیژن و ایجاد خاکستر غیر واکنش پذیر و همچنین تولید گرما و نور می باشد[۷].

۵- پسماندهای شیمیایی

سازمان بهداشت محیط و حفاظت از پرتوی آمریکا (EHRS[1]) مسئول توسعه و اجرای شیوه های

[1] Environmental Health and Radiation Safety

اجرای مدیریت مناسب برای تمامی جنبه ها، حمل و نقل، ذخیره سازی و دفع مواد شیمیایی که در دانشگاه پنسیلوانیا تولید شده است، می باشد. پسماند خطرناک شیمیایی، مواد گازی، مایع و جامد هستند که یا دارای خصوصیات خطرناک هستند و یا با نام پسماند خطرناک لیست می شوند. پسماندهای ویژه بطور خاص نام شیمیایی آنها ذکر نشده است اما به عنوان پسماندهای خطرناک تنظیم می شوند به دلیل اینکه آنها یکی از خصوصیات پسماند خطرناک را دارند که این خصوصیات شامل موارد زیر می باشد[۳]:

۵-۱ احتراق پذیری

مواد قابل اشتعال ممکن است به شکل آئروسل (ذرات معلق پخش شده در هوا)، گاز، مایع و یا جامد باشند.گازهای قابل اشتعال توسط سازمان ایمنی و بهداشت حرفه ای آمریکا تعریف شده اند و عبارتند از:

۱) گازی که در دما و فشار محیط، غلظت ۱۳ درصد حجمی یا کمتر از آن با هوا تولید مخلوط قابل اشتعال می کند.

۲) گازی که در دما و فشار محیط، غلظت بالاتر از ۱۲ درصد حجمی آن با هوا تولید مخلوط قابل اشتعال می کند.

خاصیت احتراق پذیری در مورد پسماندهایی اعمال می شوند که دارای شرایط زیر باشند:

۱) مایعات با نقطه اشتعال کمتر از ۳۷/۸ درجه سانتی گراد

۲) جامداتی که تحت دما و فشار معمول به صورت ناگهانی آتش می گیرند.

۳) مواد اکسیدکننده

۴) گازهای فشرده ی قابل احتراق

۵) موادی شامل اتانول، نیترات سدیم،گاز هیدروژن، زایلن و استون[۱۰].

۵-۲ خورندگی

مواد خورنده به موادی اطلاق می شود که در صورت تماس با نسوج و بافت های زنده به صورت شیمیایی باعث تخریب غیرقابل بازگشت در آنها می شود. از این مواد می توان به اسیدها و

بازهای قوی اشـاره کرد. اکسـیدکننده های قوی نیز می توانند سبب سوختگی و آسیب به چشم شوند.

خاصیـت خورندگی در مورد پسـماندهایی اعمال می شـود که دارای شرایط زیر باشند:

۱) محلول های آبی با pH کمتر از ۲ یا بالاتر از ۱۲/۵

۲) مورد بالا (۱) درباره مواد جامد یا نیمه جامد صدق نمی کند.

۳) موادی شـامل اسـید هیدروکلریک (HCl)، اسـید نیتریک (HNO_3) و هیدروکسـید سدیم ($NaOH$) [۱۰].

۵-۳ واکنش پذیری

این خصوصیت شامل آن دسته از موادی هستند که شدیداً با آب واکنش داده و ضمن ایجاد گرما، گازهای قابل اشـتعال یا سـمی تولید می کنند. نمونه هایی از مواد واکنش پذیر با آب عبارتند از کلسیم هیدرید، لیتیم، آلومینیوم هیدرید، سدیم و پتاسیم.

خصوصیت واکنش پذیری در مورد پسـماندهایی اعمال می شود که دارای شرایط زیر باشند:

۱) موادی که به سرعت وارد واکنش می شوند یا هنگامی که با آب واکنش می دهند گازهای سمی تولید می کنند.

۲) مواد شامل سیانید و سولفید که هنگام مخلوط شدن در باز یا اسید، گازهای سمی تولید می کنند.

۳) موادی که در حالت معمول ناپایدار هستند و یا خاصیت انفجاری دارند.

۴) موادی شامل سدیم فلزی، سـولفیدهای واکنش پذیر، پتاسیم سیانید و اسید پیکریک[۱۰].

۵-۴ سمیت

مـوادی که دارای این خصوصیت هسـتند در صورت استنشـاق، خوردن، تزریق یا جذب پوسـتی، باعث صدمه به اندام های هدف مانند کبد و ریه می گردند. خاصیت سـمی در مورد موادی اعمال

می شود که اگر به صورت نادرست دفن شوند پتانسیل آلوده کردن آب های زیرزمینی را دارند. این مواد به علت نشت مواد سمی در یک سایت دفن بعنوان پسماند خطرناک شناخته می شوند[۱۰].

۶– فهرست پسماندهای خطرناک

طبق بخش ۳۰۰۱ از قوانین سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، پسماندهایی که جزء یکی از ۴ لیست استاندارد اعلام شده توسط این سازمان (لیست های P, K, F و U) و یا دارای یکی از ویژگی های خورندگی، اشتعال پذیری، واکنش پذیری و سمیت باشند، پسماند شیمیایی خطرناک محسوب می شوندکه بایستی از ورود آنها به محیط زیست بدون اعمال روش های دفع صحیح و اجرای اقدامات پیشگیرانه ممانعت به عمل آورد. این لیست شامل موارد ذیل است:

۶-۱ لیست F

فهرست F شامل پسماندهای خطرناک با منشاء نامشخص، پسماندهای ناشی از فرآیندهای صنعتی مانند چربی زدایی، استفاده از حلال ها و آبکاری های ناشی از تولیدات شیمیایی می باشد. هر فهرست علاوه بر شماره پسماند، دارای کد خطر نیز می باشد. کد خطر مربوط به این فهرست به صورت زیر ارائه شده است:

۱) پسماند قابل اشتعال (کد خطر این نوع پسماند با **I** نشان داده می شود.)

۲) پسماند خورنده (**C**)

۳) پسماند با میل ترکیبی شدید (**R**)

۴) پسماند سمی (**E**)

۵) پسماند خطرناک (**H**)

۶) پسماند بسیار سمی (**T**)

۶-۲ لیست K

این فهرست شامل پسماند خطرناک تولیدی از منابع مرسوم می باشد که به فهرست K معروف است و دارای موارد زیر می باشد:

۱) مواد شیمیایی صنایع چوب

۲) مواد شیمیایی آلی و معدنی

۳) آفت کش ها
۴) آلیاژهای فلزی
۵) پسماند دارویی
۶) پیگمان های معدنی
۷) مواد منفجره

۶-۳ لیست P

این فهرست شامل پسماند خطرناک حادی می باشد که مستعمل و غیر قابل استفاده می باشند. این ویژگی می تواند از ریختن یک ماده شیمیایی در اثر یک حادثه و یا در اثر اتمام تاریخ انقضای آن ماده شیمیایی و یا باقیمانده مصرفی آن در یک واکنش شیمیایی ناشی شده باشد. این فهرست معروف به لیست P است و دربردارنده پسماند خطرناک حاد ناشی از محصولات و فرآورده های شیمیایی- تجاری که شامل فرآورده های دورریز شونده و نامرغوب هستند.

۶-۴ لیست U

در این لیست ترکیبات و محصولات شیمیایی که به مانند لیست P به طرق مختلف غیر قابل استفاده شده اند قرار می گیرند با این تفاوت که کلیه ترکیبات قرار گرفته در این لیست دارای ویژگی سمیت می باشند.

پسماند خطرناک شیمیایی فهرست شده، موادی هستند که اگر در دسته U قرار بگیرند به خاطر سمیتشان خطرناک هستند. دسته دیگر این مواد که معروف به لیست P می باشد به موادی اطلاق می شود که به شدت سمی می باشند. این لیست ها فقط برای مواد باز نشده و استفاده نشده ای که یکی از خصوصیات پسماند شیمیایی را داشته باشند قابل کاربرد است. این لیست همچنین برای مواد پاک کننده استفاده نشده، قابل کاربرد می باشد. در جداول ۱-۱ تا ۱-۳ فهرست برخی از پسماندهای لیست P و U ارائه شده است[۱۰].

جدول ۱-۱: فهرست پسماندهای لیست P

کد پسماند	نام عمومی پسماند
P023	Acetaldehyde, chloro-
P002	Acetamide, N-(aminothioxomethyl)-
P057	Acetamide, 2-fluoro-
P058	Acetic acid, fluoro-, sodium salt
P002	1-Acetyl-2-thiourea
P003	Acrolein
P070	Aldicarb
P203	Aldicarb sulfone
P004	Aldrin
P005	Allyl alcohol
P006	Aluminum phosphide
P007	5-(Aminomethyl)-3-isoxazolol
P008	4-Aminopyridine
P009	Ammonium picrate
P119	Ammonium vanadate
P099	(1-), bis(cyano-C)-, potassium Argentate
P010	H_3 AsO_4(Arsenic acid)
P012	As_2 O_3(Arsenic oxide
P011	As_2 O_5(Arsenic oxide)
P011	Arsenic pentoxide
P012	Arsenic trioxide
P038	-Arsine, diethyl
P036	Arsonous dichloride, phenyl-
P054	Aziridine
P067	Aziridine, 2-methyl-
P013	Barium cyanide
P024	Benzenamine, 4-chloro-
P077	Benzenamine, 4-nitro-
P028	Benzyl chloride
P015	Beryllium powder
P017	Bromoacetone
P018	Brucine
P021	Calcium cyanide $Ca(CN)_2$
P127	Carbofuran
P022	Carbon disulfide
P095	Carbonic dichloride
P031	Cyanogen
P033	Cl Cyanogen chloride (CN)
P034	2-Cyclohexyl-4,6-dinitrophenol
P016	Dichloromethyl ether
P037	Dieldrin
P038	Diethylarsine

جدول ۱-۲: فهرست پسماندهای لیست U

کد پسماند	نام عمومی پسماند
U001	Acetaldehyde
U034	Acetaldehyde, trichloro-
U187	Acetamide, N-(4-ethoxyphenyl)-
U005	Acetamide, N-9H-fluoren-2-yl-
U240	Acetic acid, (2,4-dichlorophenoxy)-
U112	Acetic acid ethyl ester
U144	Acetic acid, lead(2+) salt
U214	Acetic acid, thallium(1+) salt
U002	Acetone
U003	Acetonitrile
U004	Acetophenone
U005	2-Acetylaminofluorene
U006	Acetyl chloride
U007	Acrylamide
U008	Acrylic acid
U009	Acrylonitrile
U011	Amitrole
U012	Aniline
U136	Arsinic acid, dimethyl-
U014	Auramine
U015	Azaserine
U280	Barban
U278	Bendiocarb
U364	Bendiocarb phenol
U271	Benomyl
U017	Benzal chloride
U012	Benzenamine
U201	1,3-Benzenediol
U020	Benzenesulfonyl chloride
U021	Benzidine
U023	Benzotrichloride
U225	Bromoform
U031	1-Butanol
U159	2-Butanone
U160	2-Butanone, peroxide
U053	2-Butenal
U031	n-Butyl alcohol
U136	Cacodylic acid
U032	Calcium chromate

جدول ۱-۳: فهرست برخی از پسماندهای لیست U

کد پسماند	نام فراورده
U182	Paraldehyde(CIV)
U188	Phenol
U200	Reserpine
U201	Resorcinol
U202	Saccharin
U205	Selenium sulfide
U206	Streptozotocin
U121	Trichloromono fluromethane
U237	Uracil mustard
U238	warfarin<.3%
U034	Chloral Hydrate
U035	Chlorambucil
U058	Cyclophospamide
U059	Daunomycin
U075	Dichlorodifluromethane
U089	Diethyl Stillbestrol
U132	Hexachlorophene
U129	Lindane
U150	Melphan
U151	Mercury
U010	Mitomycin c

۷– دیگر پسماندهای شیمیایی

از دیگر پسماندهای شیمیایی می توان به موارد زیر اشاره کرد. لازم به ذکر است این پسماندها به علت وجود فلزات سنگین در ساختار آنها در دسته پسماندهای شیمیایی قرار می گیرند[۱۰].

۱) ترموستات و دماسنج حاوی جیوه

۲) فیلم و مواد شیمیایی مورد استفاده در عکاسی

۳) مایع استفاده شده در فندک ها

۴) روغن موتور استفاده شده

۵) سرامیک حاوی فلزات سنگین

۶) پارچه و حوله مورد استفاده برای پاکسازی رنگ و روغن

۷) کودهای شیمیایی

۸) حشره کش ها و علف کش ها

۹) تربانتین
۱۰) سیلندرهای گازی
۱۱) نانو ذرات
۱۲) ضدیخ

۸- عمده ترین پسماندهای خطرناک بیمارستانی

از عمده ترین پسماندهای خطرناک بیمارستانی می توان به ترکیبات آلی استفاده شده در این مراکز اشاره کرد. لازم به ذکر است این پسماندها به علت دارا بودن یکی از خصوصیات پسماندهای شیمیایی خطرناک در این دسته قرار می گیرند. این مواد که اکثراً در کارهای تشخیصی و آزمایشگاهی، عکسبرداری، ضدعفونی و نظافت محیط بیمارستان تولید می شوند شامل موارد زیر هستند:

۸-۱ استون

استون مایعی بی رنگ، اشتعال پذیر با نقطه جوش ۵۳ درجه سانتی گراد و فرمول شیمیایی $C_6H_{10}O$ می باشد.

۸-۱-۱ اطلاعات مربوط به سمیت

تنفس این ماده سبب آبریزش غشای موکوزی می شود و همچنین سبب سرفه، عطسه، خس خس کردن سینه، خواب آلودگی، تنگی نفس، سردرد و... می شود. تماس پوستی با این ماده، سبب قرمزی و خارش پوست می شود. تماس بلند مدت با این ماده سبب تاول زدن پوست، خشکی و ترک خوردگی پوست می شود. این ماده همچنین تحریک کننده چشم بوده و سبب قرمزی، سوزش و تاری در دید می شود.

۸-۱-۲ ذخیره سازی استون

برای ذخیره سازی استون باید به نکات ذکر شده در زیر توجه کرد:
۱) ذخیره سازی باید در ظرف مناسب و با بر چسب مناسب صورت گیرد.
۲) ظرفی که استون در آن ذخیره سازی می شود باید در حالت عمودی قرار گیرد.

۳) درب ظرف ذخیره سازی باید محکم بسته شده باشد و از بسته بودن آن اطمینان حاصل شود.
۴) ظرف ذخیره سازی باید دور از محل نگهداری مواد غذایی نگهداری شود.
۵) لازم به ذکر است در صورت نشت کردن استون به بیرون از ظرف ذخیره سازی، برای پاک کردن نشتی باید از جاذب هایی مانند بنتونیت[۱] و ورمیکولیت[۲] استفاده شود.

۸-۱-۳ روش های دفع استون

برای دفع استون می توان از روش های زیر استفاده کرد:
۱) بطری های خالی شده استون باید با آب شسته شوند که بعد از شستشو باید آب آن از جاذب هایی مثل بنتونیت و ورمیکولیت عبور داده شوند و در نهایت خود جاذب را که حاوی استون است باید در زیر هود قرار داده تا استون موجود در جاذب تبخیر شود. لازم به ذکر است بطری های شستشو شده را می توان به چرخه بازیافت وارد کرد.
۲) باید برچسب های بطری های خالی شده معدوم شوند.
۳) استون را نیز می توان در سایت های دفن بهداشتی ایمن دفن کرد[۱۱].

۸-۲ سیکلوهگزامید

سیکلوهگزامید مایعی بی رنگ با بوی شیرین و فرمول شیمیایی C_6H_{10} می باشد. نام دیگر این ماده تترا هیدرید بنزن است. طبق استاندارد اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (OSHA[3])، حد مجاز سیکلو هگزامید در هوا ۳۰۰ ppm[4] می باشد.

۸-۲-۱ اثرات مواجهه با سیکلوهگزامید

از اثرات مواجهه با سیکلوهگزامید می توان به موارد زیر اشاره کرد:
۱) مواجهه کوتاه مدت با سیکلوهگزامید: این نوع مواجهه سبب آبریزش بینی، چشم و گلو می شود.
۲) مواجهه بلند مدت با سیکلوهگزامید: مواجهه طولانی و تکراری با این ماده سبب آب آوردن پوست می شود[۱۱].

[1] Bentonite
[2] Vermiculite
[3] Occupational Safety & Health Administration
[4] parts per million

۸-۲-۲ روش های دفع سیکلوهگزامید

برای دفع سیکلوهگزامید می توان از روش هایی که برای دفع استون استفاده می شود به صورت زیر استفاده کرد:

۱) بطری های خالی شده سیکلوهگزامید باید با آب شسته شوند که بعد از شستشو باید آب آن از جاذب هایی مثل بنتونیت و ورمیکولیت عبور داده شوند و در نهایت خود جاذب را که حاوی سیکلوهگزامید است باید در زیر هود قرار داده تا سیکلوهگزامید موجود در جاذب تبخیر شود. لازم به ذکر است بطری های شستشو شده را می توان به چرخه بازیافت وارد کرد.

۲) باید برچسب های بطری های خالی شده معدوم شوند.

۳) سیکلوهگزامید را نیز می توان در سایت های دفن بهداشتی ایمن دفن کرد[۱۱].

۸-۳ فرم آلدئید

فرم آلدئید ماده ای بی رنگ و در حالت عادی در دمای اتاق به صورت گاز است. این ماده دارای بوی زننده می باشد که دارای فرمول شیمیایی HCHO بوده و در دسته مواد با فراریت بالا طبقه بندی می شود. این ماده در صنعت و مراکز بهداشتی درمانی کاربرد زیادی دارد و با نام تجاری فرمالین در اختیار آزمایشگاه ها قرار می گیرد. فرم آلدئید یک ماده محرک است و می تواند سبب علائم آلرژیک در سطح پایین شود.

فرمالین، فرم آلدئید در حالت پایه به صورت گاز است اکثر مردم فکر می کنند که حالت این ماده مایع می باشد در صورتی که این ماده مخلوط گاز و آب است. برای اجتناب از پلیمریزه شدن این ماده، ۱۵-۱۰٪ متیل الکل به آن اضافه می کنند. فرمالین متداولترین شکل فرمآلدئید است که در آزمایشگاه ها یافت می شود و در درجه اول به منظور حفظ نمونه های بیولوژیکی، ضدعفونی کردن بافت ها و فیلم های خونی استفاده می گردد و ممکن است حاوی ۴۰٪ فرمآلدئید باشد. حمل و دفع ناصحیح این ماده نگرانی های زیادی در رابطه با مسائل بهداشتی ایمنی به وجود آورده است.

۸-۳-۱ دفع فرمالین

در هنگام دفع فرمالین باید در نظر گرفت که این ماده در دسته پسماند خطرناک قرار دارد و هنگام خنثی سازی و دفع این ماده، باید مسائل مربوط به سلامت انسان و محیط زیست در نظر گرفته

شود. برای بی خطر کردن فرمالین، باید فرم آلدئید محلول های فرمالین را به کمتر از ۱۰٪ کاهش داد. بـرای خنثی سـازی می توان آنها را با موادی ماننـد پاک کننده ها و دترژنت هایی مثل دتول مخلوط کرد تا سـمیت آن کاهش یابد و در این صورت اسـت که در دسـته پسماند بی خطر قرار می گیرنـد و می توان آنها را به سیسـتم فاضلابرو تخلیه کرد. همچنیـن می توان از آب یا متانول برای خنثی سـازی محلول های فرمالین کمتر از ۱۰٪ و تخلیه در سیسـتم فاضلابرو استفاده کرد. در صورتی که درصد فرم آلدئید فرمالین بیشتر از ۱۰٪ باشد جز پسماندهای خطرناک طبقه بندی می شود. لازم به ذکر است برای دفع فرم آلدئید حاوی بیش از ۱۰٪ باید به صورت زیر عمل کرد:

۱) ابتدا باید توسط پاک کننده ها و دترژنت ها به کمتر از ۱۰٪ کاهش داده شود سپس به سیستم فاضلابرو تخلیه شود (در واقع باید رقیق سازی صورت گیرد و رقیق سازی تا زمانی که فرمالین به کمتر از ۱۰٪ برسد انجام می شود).

۲) از فرآیند جذب سطحی با کمک خاک اره استفاده می شود. خاک اره تا زمانی که یک محصول جامد و بدون حرکت تولید شـود به فرمآلدئید اضافه می شود و سپس توسط روش کپسوله کردن و محصورسازی مدیریت می شود.

برای دفع فرمالین باید به نکات زیر توجه شود:

۱) مشـاوره با یک متخصص در زمینه دفع پسـماندهای خطرناک، فرمالین و دیگر پسـماندهای خطرناک مراکز بهداشتی درمانی

۲) نباید محلول حاوی فرمالین بیشتر از ۱۰٪ را با آب رقیق کرد. رقیق کردن محلول های بیش از ۱۰٪ فرمالین و تخلیه به سـینک ممنوع می باشد. محلول فرمالین بیش از ۱۰٪ فرم آلدئید مجوز تخلیه به شـبکه جمع آوری ندارد و باید تا زیر ۱۰٪ رقیق شـود. برای خنثی سـازی می توان آنها را با موادی مانند پاک کننده ها و دترژنت هایی مثل دتول مخلوط کرد تا سـمیت آن کاهش یابد و در این صورت اسـت که در دسـته پسـماند بی خطر قرار می گیرند و می توان آنها را به سیستم فاضلابـرو تخلیه کرد. همچنین می توان از آب یا متانول برای خنثی سـازی محلول های فرمالین کمتر از ۱۰٪ و تخلیه در سیستم فاضلابرو استفاده کرد.

۳) از آنجایی که فرمالین دارای متیل الکل بوده که برای میکروارگانیسم های موجود در فرآیندهای تصفیه ای در تصفیه خانه فاضلاب مضر و کشنده است. دفع آن به شبکه جمع آوری فاضلاب ممنوع بوده و در صورت دفع به شبکه جمع آوری فاضلاب باید با مسئولین تصفیه خانه های محلی تماس گرفته شود. لازم به ذکر است می توان فرمالین خنثی شده را به شبکه جمع آوری فاضلاب دفع کرد.

۴) به جای استفاده از فرمالین می توان از مواد جایگزین مثل کاروسیف[1] و فرم آلترنیت[2] استفاده کرد.

۸-۴ مواد شیمیایی فتوگرافیک

این مواد شامل توسعه دهنده ها؛ ثابت کننده ها، هالید نقره، هیدروکوینون، پتاسیم بروماید، سدیم سولفات، سدیم کربنات، سدیم تیوسولفات، بروماید، پتاسیم هیدروکسید، استیک اسید و... می باشند. این مواد محرک، خورنده، زیان آور و مشکوک به سرطان زایی برای انسان می باشند. در صورتی که وارد محیط زیست شوند سبب آلوده شدن خاک، آب های سطحی و زیر زمینی و همچنین سبب از بین رفتن موجودات آبزی می شوند. لازم به ذکر است برای جمع آوری و بسته بندی و حمل و نقل محلول های فتوگرافیک باید به نکات زیر توجه کرد:

۱) باید مواد شیمیایی فتوگرافیک را در یک ظروف مخصوصی که فاقد نشتی بوده ذخیره سازی کرد.

۲) ظروف ذخیره سازی این مواد باید دارای برچسب باشد و بر روی بر چسب نام ماده شیمیایی و پسماند مورد نظر ذکر شود.

۳) هرگز با دیگر مواد مخلوط نشوند.

۴) در هنگام بارگیری و حمل و نقل مسایل ایمنی در نظر گرفته شود.

۸-۴-۱ تصفیه و دفع مواد شیمیایی فتوگرافیک

پسماندهای فتوشیمیایی باید بطور مجزا جمع آوری شوند زیرا این پسماندها به دلیل دارا بودن ترکیبات نقره واجد ارزش بازیابی می باشند. بازیابی نقره از فاضلاب پردازش عکس با استفاده از فرآیندهای تبادل یون، بازیابی الکترولیتی یا صاف سازی (فیلتراسیون) امکانپذیر است. مخلوط باید رقیق شده و به آرامی به فاضلابرو ریخته شود. برای تصفیه و دفع مواد شیمیایی فتوگرافیک باید به موارد زیر توجه شود:

۱) تا حد امکان از شرکت های درگیر در امر بازیافت برای بازیافت نقره استفاده شود.

۲) هنگامی که شیوه های مناسب دفع در دسترس نباشد از کوره های چرخان و دستگاه پسماندسوز ویژه استفاده گردد.

۳) در جایی که کوره های چرخان و پسماندسوزهای ویژه در دسترس نباشد می توان از پسماندسوز پیرولتیک یا کپسوله کردن برای دفع استفاده کرد.

۴) برای دفع این مواد می توان از روش تخلیه به شبکه جمع آوری فاضلاب استفاده کرد، لازم

[1] carosafe
[2] formaltrnate

به ذکر اســت برای تخلیه به شــبکه جمع آوری فاضلاب باید ابتدا عملیات رقیق ســازی با متانول (به نسبت ۱ به ۲) را انجام داد و سپس بعد از یک روز ذخیره سازی عملیات تخلیه صورت گیرد.
۵) در صورتی که اســتفاده از روش تخلیه به شــبکه جمع آوری فاضلاب برای این نوع پســماندها مقدور نباشــد می توان طبق کنوانســیون بازل این مواد را به کشورهایی که دارای توانایی مدیریت صحیح این نوع پسماندها هستند صادر کرد[۶].

۸-۵ حلال های هالوژن دار، اسیدها و قلیاهای آزمایشگاهی

ایــن مــواد دارای خصوصیاتی از قبیل خورنده بودن، اشــتعال پذیری و ســمیت می باشــند. برای بسته بندی، جمع آوری و حمل و نقل این مواد باید به موارد زیر توجه کرد:
۱) این مواد شــیمیایی بایســتی توســط افرادی که آموزش کافی در زمینه شناسایی پسماندهای شیمیایی خطرناک، جمع آوری و ذخیره سازی آنها را دیده اند ذخیره سازی و جمع آوری شود.
۲) از بســته بندی مناسب و ظروف پلی اتیلنی با دانســیته بالا و یا PVC[1] برای ذخیره سازی این مواد استفاده شود.
۳) ظروف ذخیره سازی نباید بیشتر از ۹۰٪ از ظرفیتشان پر شوند، بطور مثال ظرف ذخیره سازی که دارای حجم ۵ لیتر می باشد باید فقط ۴/۵ لیتر از آن از این مواد پر شود.
۴) تمام اطلاعات مربوط به ماده شیمیایی ذخیره شده باید توسط برچسبی بر روی ظرف مخصوص ذخیره چسبانده شود.
۵) لازم به ذکر است از مخلوط کردن این مواد خودداری شود.
۶) ذخیره سازی مواد شیمیایی هالوژن دار باید بر اساس ویژگی هایشان صورت گیرد.
۷) مواد شیمیایی هالوژن دار بایستی در ظروف مخصوص غیرقابل نشت حمل شوند.
۸) در هنگام حمل و نقل این مواد بایســتی به تمام مسائل ایمنی مثل پوشیدن دستکش، روپوش، ماسک، عینک، چکمه و... توجه کافی کرد.

۸-۵-۱ تصفیه و دفع حلال های هالوژن دار، اسیدها و قلیاهای آزمایشگاهی

برای تصفیه و دفع حلال های هالوژن دار، اسیدها و قلیاهای آزمایشگاهی باید به نکات زیر توجه کرد:
۱) این مواد بایستی به فروشنده بازگردانده شوند و یا در کوره های چرخان سوزانده شوند.

[1] Polyvinyl Choloride

۲) در صورتی که روش ۱ امکان پذیر نباشد بایستی این مواد را در مقادیر کم بسته بندی کرده و از روش محصورسازی یا کپسوله کردن استفاده شود. لازم به ذکر است روش های محصورسازی و کپسوله کردن در روش های مدیریت پسماندهای دارویی به صورت کامل شرح داده شده اند.
۳) در صورتی که مورد ۲ امکان پذیر نباشد می توان طبق کنوانسیون بازل این مواد را به کشورهایی که دارای توانایی مدیریت صحیح این نوع پسماندها هستند صادر کرد[۶].

۸-۶ زایلن

زایلن مایعی بی رنگ با بوی معطر است که دارای فرمول شیمیایی C_6H_4 می باشد. این ماده مخلوطی از O-xylene,m-ortho-xylene xylene می باشد. استاندارد شغلی این ماده در هوا ۱۰۰ ppm می باشد. مواجهه با زایلن می تواند از طریق پوست، چشم و بلعیدن صورت گیرد.

۸-۶-۱ اثرات مواجهه با زایلن

از اثرات مواجهه با زایلن می توان به موارد زیر اشاره کرد:
۱) مواجهه کوتاه مدت با زایلن: سبب آبریزش چشم، بینی و گلو می شود. در غلظت بالا بخار زایلن سبب مشکلات حاد تنفسی، سرگیجه، خواب آلودگی و عدم هوشیاری می شود. همچنین تنفس غلظت بالای این ماده سبب از دست رفتن اشتها، تهوع و استفراغ و دردهای شکمی می شود.
۲) مواجهه بلند مدت با زایلن: مواجهه بلند مدت و تکراری با این ماده سبب لرزش دست و آسیب های غیرقابل بازگشت به چشم می شود.

۸-۶-۲ روش های دفع زایلن

از روش های دفع کامل زایلن می توان به سوزاندن تحت شرایط کنترل شده اشاره کرد. لازم به ذکر است هرگز نباید این ماده را به درون شبکه جمع آوری فاضلاب تخلیه کرد. در صورت نشت کردن این ماده باید از راهکارها و روش های زیر استفاده کرد:
۱) در صورتی که این ماده بر روی لباس ها ریخته شود باید به سرعت لباس ها را تعویض کرد، زیرا این ماده قابلیت تبخیر بسیار بالایی دارد و استنشاق هوای دارای بخارات زایلن بسیار خطرناک و سمی می باشد.
۲) برای پاک کردن مقادیر کم نشتی زایلن می توان از پارچه یا حوله کاغذی استفاده کرد.

۳) باید با استفاده از روش های طبیعی و مکانیکی، تهویه محیط حاوی بخارات زایلن صورت پذیرد.
۴) به علت اینکه این ماده دارای خصوصیت اشتعال پذیری است باید تمام منابع آتش زای اطراف این ماده را از محل نشت دور کرد[۱۱].

۸-۷ الکل متیلیک

الکل متیلیک مایعی بی رنگ با بوی تند و زننده که دارای فرمول CH_3OH بوده که نام دیگر این ماده متانول یا الکل چوب می باشد. نقطه جوش این ماده ۶۴/۵ درجه سانتیگراد است و استاندارد شغلی این ماده ۲۰۰ppm برای هشت ساعت کار می باشد. از راه های مواجهه با این ماده می توان به بلعیدن، استنشاق و تماس با پوست یا چشم اشاره کرد و دارای اثراتی به صورت زیر می باشد:
۱) مواجهه کوتاه مدت با الکل متیلیک: تماس یا بلعیدن غلظت زیاد این ماده سبب سردرد، ضعف، خواب آلودگی، تهوع، استفراغ، تاری در دید، آبریزش چشم و نهایتاً کوری و مرگ می شود.
۲) مواجهه بلند مدت با الکل متیلیک: تماس طولانی مدت با غلظت بالای این ماده سبب سردرد، سرگیجه، اختلال در خواب و نقص در بینایی می شود.

۸-۷-۱ روش های دفع الکل میتیلیک

از روش های دفع کامل الکل متیلیک می توان به سوزاندن تحت شرایط کنترل شده اشاره کرد. همچنین می توان از سایت های دفن بهداشتی برای دفع این ماده استفاده کرد. لازم به ذکر است هرگز نباید این ماده را به درون شبکه جمع آوری فاضلاب تخلیه کرد. در صورت نشت کردن این ماده باید از راهکارها و روش های زیر استفاده کرد:
۱) در صورتی که این ماده بر روی لباس ها ریخته شود باید به سرعت لباس ها را تعویض کرد، زیرا این ماده قابلیت تبخیر بسیار بالایی دارد و استنشاق هوای دارای بخارات زایلن بسیار خطرناک و سمی می باشد.
۲) برای پاک کردن مقادیر کم نشتی زایلن می توان از پارچه یا حوله کاغذی استفاده کرد.
۳) باید با استفاده از روش های طبیعی و مکانیکی، تهویه محیط حاوی بخارات زایلن صورت پذیرد.
۴) به علت اینکه این ماده دارای خصوصیت اشتعال پذیری است باید تمام منابع آتش زای اطراف این ماده را از محل نشت دور کرد.
۵) نشتی این ماده را باید با استفاده از جاذب هایی مثل ورمیکولیت و ماسه خشک جذب کرد[۱۱].

۸-۸ گلیکول متیل اتر

گلیکول متیل اتر مایعی بی رنگ با بوی ضعیف که دارای فرمول شیمیایی $CH_3CH(OCH_3)CH_2OCH_2CH(OH)CH_3$ است. این ماده در دسته مواد مخدر قرار می گیرد و به خواب آور ضعیف معروف است. تماس با ppm ۵۰۰ این ماده موجب بی‌حسی و خواب آلودگی می شود. استاندارد شغلی این ماده بر اساس استاندارد اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا ppm ۱۰۰ می باشد. از راه های تماس با این ماده می توان به بلعیدن، استنشاق و همچنین تماس با چشم و پوست اشاره کرد و دارای اثراتی به صورت زیر می باشد:

۱) تماس با مقادیر زیاد این ماده سبب آبریزش چشم و بینی می شود.

۲) در صورت خوردن، استنشاق و یا تماس با پوست سبب تهوع و خواب آلودگی می شود.

۸-۸-۱ روش های دفع گلیکول متیل اتر

از روش های دفع کامل گلیکول متیل اتر می توان به سوزاندن تحت شرایط کنترل شده اشاره کرد. لازم به ذکر است هرگز نباید این ماده را به درون شبکه جمع آوری فاضلاب تخلیه کرد. در صورت نشت کردن این ماده باید از راهکارها و روش های زیر استفاده کرد:

۱) در صورتی که این ماده بر روی لباس ها ریخته شود باید به سرعت لباس ها را تعویض کرد، زیرا این ماده قابلیت تبخیر بسیار بالایی دارد و استنشاق هوای دارای بخارات زایلن بسیار خطرناک و سمی می باشد.

۲) برای پاک کردن مقادیر کم نشتی زایلن می توان از پارچه یا حوله کاغذی استفاده کرد.

۳) باید با استفاده از روش های طبیعی و مکانیکی، تهویه محیط حاوی بخارات زایلن صورت پذیرد.

۴) به علت اینکه این ماده دارای خصوصیت اشتعال پذیری است باید تمام منابع آتش زای اطراف این ماده را از محل نشت دور کرد.

۵) نشتی این ماده را باید با استفاده از جاذب هایی مثل ورمیکولیت و ماسه خشک جذب کرد[۱۱].

۸-۹ دی اتیل اتر

دی اتیل اتر مایعی بی رنگ با بوی شیرین و فرمول شیمیایی $C_2H_5OC_2H_5$ بوده که نام دیگر این ماده اتیل اکسید، دی اتیل اکسید یا سولفوریک اتر است. استاندارد شغلی این ماده بر اساس

استاندارد اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا ppm ۴۰۰ می باشد. از راه های تماس با این ماده می توان به بلعیدن، استنشاق و همچنین تماس با چشم و پوست اشاره کرد.

۸-۹-۱ اثرات مواجهه با دی اتیل اتر

از اثرات مواجهه با دی اتیل اتر می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) مواجهه کوتاه مدت با دی اتیل اتر: تماس با غلظت بالای این ماده سبب آبریزش چشم، بینی و گلو می شود. همچنین باعث سرگیجه، خواب آلودگی، عدم هوشیاری و سرانجام مرگ می شود.

۲) مواجهه بلند مدت با دی اتیل اتر: مواجهه طولانی مدت با غلظت بالای این ماده سبب از دست رفتن اشتها، سردرد، سرگیجه، خستگی و اختلالات ذهنی می شود.

۸-۹-۲ روش های دفع دی اتیل اتر

از روش های دفع کامل دی اتیل اتر می توان به سوزاندن تحت شرایط کنترل شده و یا مخلوط کردن آن با الکل اشاره کرد. همچنین می توان از سایت های دفن بهداشتی برای دفع این ماده استفاده کرد. لازم به ذکر است هرگز نباید این ماده را به درون شبکه جمع آوری فاضلاب تخلیه کرد. در صورت نشت کردن این ماده باید از راهکارها و روش های زیر استفاده کرد:

۱) در صورتی که این ماده بر روی لباس ها ریخته شود باید به سرعت لباس ها را تعویض کرد، زیرا این ماده قابلیت تبخیر بسیار بالایی دارد و استنشاق هوای دارای بخارات زایلن بسیار خطرناک و سمی می باشد.

۲) برای پاک کردن مقادیر کم نشتی زایلن می توان از پارچه یا حوله کاغذی استفاده کرد.

۳) باید با استفاده از روش های طبیعی و مکانیکی، تهویه محیط حاوی بخارات زایلن صورت پذیرد.

۴) به علت اینکه این ماده دارای خصوصیت اشتعال پذیری است باید تمام منابع آتش زای اطراف این ماده را از محل نشت دور کرد.

۵) نشتی این ماده را باید با استفاده از جاذب هایی مثل ورمیکولیت و ماسه خشک جذب کرد[۱۱].

۸-۱۰ پسماندهای ژئوتوکسیک

این پسماندها به طور مفصل در قسمت پسماندهای دارویی ارائه شده است.

۸-۱۱ گازهای مورد استفاده در بخش درمان

بسیاری از انواع گازها در مراقبت های مرتبط با سلامتی و یا در تجهیزات آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می گیرند. این گازها بیشتر اوقات در سیلندرهای تحت فشار، قوطی های افشانه یا افشانه ها می باشند. باقیمانده بسیاری از آنها دوباره قابل مصرف هستند، اما بعضی از انواع دیگر و به خصوص قوطی های افشانه یا افشانه ها را باید به نحو مناسب دفع کرد. گازهایی که در ظروف تحت فشار قرار دارند چه از نوع خنثی[1] و چه از نوع بالقوه خطرناک باید با دقت مدیریت شوند. برای دفع این نوع از پسماندها که در ظروف تحت فشار قرار دارند به هیچ عنوان نمی توان از روش سوزاندن استفاده کرد زیرا خطر انفجار وجود دارد که باعث آسیب زدن به بدنه پسماندسوز و یا افراد می شود. ظروف تحت فشاری که محتویات آنها خالی شده باشد را می توان در سایت دفن بهداشتی ایمن دفن کرد. در صورتی که ظروف پر باشد می توان گازهای استفاده نشده را به فروشنده پس داد یا محتویات ظروف را در زیر هود یا در یک مکان ایمن خالی کرد و ظروف آن را یا دفن و یا بازیافت کرد. لازم به ذکر است بهترین روش مدیریت این ظروف تخلیه زیر هود و بازیافت ظرف آن می باشد.

از گازهای رایج مورد استفاده در مراقبت های تندرستی و سلامتی می توان به موارد زیر اشاره کرد[۱۲].

گازهای هوشبری، اکسیدهای ازت، هیدروکربن های هالوژنه فرار (مانند هالوتان، ایزوفلوران، انفلوران) به مقدار زیاد به جای اتروکلروفرم استفاده می شود.

کاربردها

در اتاق عمل بیمارستان، هنگام زایمان در زایشگاهها و آمبولانس ها، در بخش های بیمارستان عمومی هنگام انجام اعمال دردناک به کار می روند و در دندانپزشکی به عنوان مسکن یا تسکین دهنده به کار می روند.

[1] inert

اتیلن اکساید

از کاربردهای این ماده می توان به استفاده برای سترون سازی تجهیزات جراحی و اسباب های پزشکی در محل مرکزی توزیع لوازم و گاهی در اتاق عمل بیمارستان اشاره کرد.

اکسیژن

در سیلندرها یا انبارهای بزرگ در حالت گازی یا مایع نگهداری می شود و از طریق لوله کشی مرکزی توزیع می شود.

کاربرد

مصرف استثنایی برای بیماران.

هوای فشرده

کاربردها

در کارهای آزمایشگاهی، تجهیزات درمان استنشاقی، تاسیسات و نگهداری تجهیزات و در دستگاه های کنترل محیط زیست استفاده می شود[۱۳].

۸-۱۲ گندزداها

از این مواد بطور گسترده ای در عملیات گندزدایی سطوح مختلفی در بیمارستان استفاده می شود. بخش عمده ای از این ترکیبات دارای خصوصیاتی از قبیل محرک و خورنده بودن می باشد و بعضی از گندزداها مانند فرمآلدئید بسیار سمی می باشد[۱۴].

۸-۱۳ جیوه

جیوه یک فلز سنگین است که در دمای اتاق دارای حالت مایع است و بسیار تراکم پذیر است (یک لیتر جیوه ۱۳/۵ کیلوگرم جرم دارد). جیوه می تواند تبخیر شود و برای یک سال در هوا باقی بماند. جیوه وقتی تبدیل به مرکوری می شود می تواند خاصیت تجمع پذیری پیدا کند. پسماندهای مراکز بهداشتی درمانی یکی از منابع مهم تولید جیوه است. این تاسیسات سبب آلوده شدن آب های سطحی توسط مرکوری می شوند. مرکوری به شدت سمی است و هیچ آستانه جذبی

ندارد و تنفس آن سبب مرگ می شود. بهترین راهکار برای مدیریت این فلز سنگین جمع آوری در ظروف مخصوص و بازیافت می باشد[۱۴].

۸-۱۴ نقره

نقره عنصری است که خاصیت سمی دارد و در پسماندهای بیمارستانی یافت می شود که در فیلم های عکاسی کاربرد دارد. نقره خاصیت باکتری کشی دارد و می تواند به عنوان گندزدا استفاده شود. همانند جیوه نقره از جمله فلزات قابل بازیافت می باشد. میزان بازیافت نقره از منابع مختلف متفاوت می باشد و این میزان برای پسماندهای شیمیایی تولید شده در مراکز بهداشتی درمانی بالای ۹۹ درصد می باشد[۱۴].

۸-۱۵ پسماند شیمیایی با رویکردهای ویژه

از پسماندهای شیمیایی با رویکرد ویژه می توان به پسماندها و مواد ناشناخته اشاره کرد. پسماندهای ناشناخته تا زمانی که به وسیله کارکنان تست شوند باید جزء پسماندهای خطرناک طبقه بندی و ذخیره سازی شوند. پسماندهای ناشناخته باید همانند سایر پسماندهای شیمیایی برچسب گذاری شوند[۱۰].

۸-۱۶ پسماندهای شیمیایی پراکسیدی

این گروه شامل موادی هستند که توانایی حساسیت، شوک و قابلیت انفجار دارند[۱۰]. این مواد شیمیایی دارای سه گروه A (پراکسیدهای با خطر زیاد)، B (پراکسیدهایی که به علت غلظت مصرفی آنها دارای خطر هستند) و C (پراکسیدهای حساس به شوک و حرارت) می باشد. جدول ۱-۴ که در صفحه بعد آورده شده است به ترتیب گروه A، B و C را نشان می دهند. لازم به ذکر است دفع مواد شیمیایی دسته A شش ماه و دسته های B و C یک سال پس از ذخیره سازی آنها صورت می گیرد. لازم به ذکر است بعد از مدت زمان ذکر شده برای پسماندهای شیمیایی پراکسیدی، این نوع پسماندها تبدیل به پسماندی بی خطر شده اند که می توان آنها را به سیستم شبکه جمع آوری فاضلاب تخلیه کرد تا رقیق سازی صورت گیرد به نحوی که هیچ مشکلی برای فرآیندهای موجود در تصفیه خانه فاضلاب به وجود نیاورد[۱۰].

جدول ۱-۴: پسماندهای شیمیایی پراکسیدی

گروه A	
ایزوپروپیل اتر	سدیم آمید
بوتادین	تترافلورواتیلن
کلروبوتادین	دی وینیل استیلن
پتاسیم آمید	وینیل کلراید
گروه B	
Dioxane(p - dioxane)	Acetal
Ethylen glycol dimethyl ether(diglyme)	Cumene
Furan	Cyclohexane
Methyl acetylene	Cyclooctene
Methyl cyclopentane	Cyclopentene
Methyl-isobutyl ketone	Diacetylene
Tetrahydrofuran	Dicyclopentadiene
Tetrahydronaphtalene	Diethylen glycol dimethyl ether(diglyme)
Vynil ethers	Diethyl ether
گروه C	
Styrene	Acrylic acid
Vinyl acetate	Butadiene
Vinyl chloride	Chlorotrifluoroethylene
Vinyl pyridine	Ethyl acrylate
Methyl metacrylate	

در مورد ذخیره سازی پسماندهای شیمیایی پراکسیدی باید به نکات زیر توجه کرد:

۱) مواد شیمیایی پراکسیدی، نباید تحت تابش مستقیم آفتاب قرار بگیرند زیرا نور باعث افزایش سرعت واکنش پذیری آنها می شود.

۲) برای سردسازی مواد شیمیایی پراکسیدی که قابلیت اشتعال دارند باید از یخچال و فریزرهای ضد انفجار استفاده شود.

۳) از تقطیر و تبخیر مواد شیمیایی پراکسیدی جلوگیری شود.

۴) در صورتی که در اطراف درب یا درون بطری، کریستال تشکیل شده باشد تحت هیچ شرایطی درب بطری باز نشود.

۹- خطرات پسماندهای بهداشتی درمانی

علاوه بر خطرات بهداشتی ناشی از تماس مستقیم، عدم مدیریت پسماندهای بهداشتی درمانی با آلوده کردن منابع آب (از طریق تصفیه و دفع غیراصولی) و هوا (از طریق پسماندسوزی غیر استاندارد) اثرات شدیدی بر سلامت انسان و محیطزیست خواهد داشت. وقتی پسماندها در یک

گودال بدون پوشش یا بسیار نزدیک به منابع آبی دفع می شوند، منابع آب از طریق نشت شیرابه آلوده می گردند. در مواردی که پسماندهای بهداشتی درمانی بصورت روباز یا در پسماندسوزهای بدون دستگاه های کنترل آلودگی هوا سوزانده می شوند (که این شرایط در اغلب پسماندسوزهای کشورهای در حال توسعه وجود دارد)، دی اکسین ها و فوران ها و دیگر آلاینده های سمی تولید شده و وارد هوا می شوند که استنشاق این آلاینده ها، بیماری های خطرناکی در انسان ایجاد می کند[۶].

از خطرات مدیریت نامناسب و غیراصولی پسماندهای شیمیایی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) خطرات شیمیایی، در مراکز بهداشتی درمانی محصولات شیمیایی متعددی استفاده می شود. تعداد زیادی از آنها دارای خصوصیاتی از قبیل سمیت، سرطان زایی، جهش زایی، محرک، خورندگی، انفجار و آتش سوزی، اشتعال پذیری و غیره هستند. از راه های تماس با مواد شیمیایی می توان به بلعیدن، استنشاق گازها، بخارها و آئروسل ها، تماس با پوست و غشاء موکوزی اشاره کرد.

۲) خطر سوزاندن، در بعضی مواقع زمانی که دمای سوزاندن این نوع پسماندها کمتر از ۸۰۰ درجه سانتی گراد باشد بطری های دارای PVC سبب انتشار اسید هیدروکلریدریک، دی اکسین و فوران و دیگر شکل های آلاینده ها می شوند. تماس با دی اکسین و فوران و دیگر بی فنیل های پلی کلرینه شده می تواند سبب اثرات جدی و ناخوشایندی بر روی سلامت عمومی شود. این مواد در محیط بسیار مقاوم هستند و در زنجیره غذایی تجمع می یابند. در دماهای بالاتر از ۸۰۰ درجه سانتی گراد در آغاز یا پایان فرآیند سوختن، دی اکسین هاو فوران ها می تواند تشکیل شوند. همچنین سوزاندن سبب انتشار فلزات سنگین در محیط می شود که از جمله این فلزات می توان به سرب، جیوه و کادمیوم اشاره کرد[۶].

۳) خطر انفجار و آتش سوزی[۱۰].

۴) خطرات مرتبط با دفع کنترل نشده، دفع در زمین و همچنین سایت های کنترل نشده می تواند باعث آلودگی خاک و منابع آب های سطحی و زیرزمینی شود.

۵) خطرات مرتبط با تخلیه در سیستم فاضلابرو، تخلیه مواد شیمیایی و آنتی بیوتیک ها و متابولیت های آنها به شبکه جمع آوری فاضلاب و وارد شدن آنها به تصفیه خانه فاضلاب باعث از بین رفتن میکروارگانیسم های موجود در تصفیه خانه شده که باعث کاهش راندمان و کارایی فرآیندهای تصفیه می شود و با دفع پساب تصفیه خانه به محیط زیست باعث آلودگی محیط زیست، خاک و منابع آب های سطحی و زیرزمینی می گردد[۸].

۱۰- مدیریت پسماند شیمیایی

مدیریت پسماند شیمیایی در حقیقت به معنای کاهش و یا حذف اثرات نامطلوب پسماند بر سلامت انسان و محیط زیست، برای فراهم کردن حفاظت عمومی و به حداکثر رساندن استفاده مفید و کارآمد از منابع است. هنگامی که پسماند خطرناک شیمیایی تولید می شود، هزینه تصفیه و دفع می تواند بالا باشد. هنگامی که مسئولیت پرداخت هزینه های دفع با تولیدکننده است، گزینه های مدیریتی متعددی برای کاهش هزینه ها و حجم تجهیزات تصفیه موجود است.کاهش تولید پسماند، بیشترین نقش را در حفاظت از محیط زیست دارد. جداسازی یک مرحله مهم در مدیریت پسماند شیمیایی تولید شده است. آموزش کارکنان و چک کردن مکرر پسماندهای شیمیایی از عوامل مهم و ضروری در مدیریت پسماند شیمیایی به حساب می آید. همچنین جداسازی و مرتب سازی پسماند شیمیایی که شامل تشخیص انواع متعدد پسماند و چگونگی جمع آوری آنهاست در مدیریت پسماند شیمیایی بسیار حائز اهمیت است.

۱۰-۱ کمینه سازی پسماند

مراکز تولید پسماند شیمیایی به قوانین محلی و فدرالی برای بکار بردن استراتژی هایی جهت کاهش تولید پسماند شیمیایی خطرناک نیاز دارند. در زیر راهکارهایی برای کاهش حجم پسماندهای شیمیایی خطرناک تولید شده ارائه شده است:

۱) اجرای کاهش در مبدا با بکار بردن کمترین مواد مورد نیاز

۲) استفاده از مواد شیمیایی فهرست شده

۳) به اشتراک گذاشتن مواد شیمیایی فهرست شده با دیگر مراکز تولید کننده

۴) خرید مواد فاقد جیوه

۵) تا حد امکان جایگزینی مواد غیرخطرناک با مواد خطرناک

۶) ذخیره سازی پسماند در بخش های تولیدی[۱۰].

۱۰-۲ ذخیره سازی

برای ذخیره سازی پسماندهای شیمیایی تولیدی در هر کدام از مراکز تولید کننده این نوع پسماندها، باید یک منطقه ویژه برای ذخیره سازی آنها در نظر گرفته شود که دارای خصوصیات زیر باشد:

۱) کاملاً بسته و دسترسی به آن فقط برای افراد مسئول وجود داشته باشد.

۲) از انبار مواد غذایی جدا باشد.

۳) از نور خورشید در امان باشد.

۴) کف این محل دارای زهکش مناسب باشد.

۵) دیواره ها و کف قابل شستشو باشند.

۶) از جوندگان، پرندگان و دیگر حیوانات در امان باشد.

۷) دارای دسترسی آسان برای وسایل حمل بیرون سایت و درون سایت باشد.

۸) دارای سیستم تهویه (با دایره ای به رنگ زرد در شکل ۱-۱ (ب) نشان داده شده است) و نور مناسب باشد.

۹) منطقه ذخیره سازی پسماندهای شیمیایی باید دارای دوش حمام (با مستطیلی به رنگ زرد در شکل ۱-۱ (الف) نشان داده شده است) باشد تا در صورت ریختن این مواد بر روی افرادی که حمل و نقل آنها را انجام می دهند، فرد بتواند بلافاصله خود را شستشو داده تا از خطرات ناشی از این پسماندها در امان باشد.

۱۰) اگر تکنیک پسماندسوز جزء روش های دفع باشد باید در نزدیکی پسماند سوز باشد.

۱۱) در نزدیکی حوضچه شستشو باشد.

۱۲) بخش های مختلف آن دارای علائم و نشانه های مخصوص مانند خطر عفونت (شکل ۱-۲،الف)، خطر سمیت (شکل ۱-۲، ب) و یا غیر قابل دسترس بودن (شکل ۱-۲، ج) باشد.

۱۳) ذخیره سازی کانتینرهای حاوی مواد خطرناک ممکن است به مدت ۱۲ ماه در ناحیه جمع آوری پسماند خطرناک نگه داشته شوند به همین علت باید ناحیه ذخیره سازی پسماند در نزدیکی منابع تولید واقع شود[۹].

شکل ۱-۱: دوش حمام (الف) و سیستم تهویه (ب) در جایگاه ذخیره سازی موقت

الف ب ج

شکل ۱-۲: علائم و نشانه های مخصوص مورد استفاده برای جایگاه ذخیره سازی موقت

ظروفی که برای ذخیره سازی پسماندهای شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند باید دارای شرایط زیر باشد:

۱) این ظروف باید دارای حجم های یک و پنج گالنی باشند (۳/۸ و ۱۹ لیتر). لازم به ذکر است نباید از ظروف بزرگتر استفاده شود زیرا که حمل و نقل ظروف بزرگتر توسط افراد و کارکنان مشکلتر بوده و احتمال ریختن پسماندهای شیمیایی وجود دارد.

۲) باید در یک مکان مناسب قرار بگیرند. لازم به ذکر است این ظروف نباید در مکان های عمومی ذخیره شود و حتی الامکان از این مکان ها دور باشد.

۳) از ظروف سازگار با پسماند شیمیایی مورد نظر استفاده شود. بطور مثال اگر پسماند شیمیایی دارای خصوصیت خورندگی می باشد باید از ظروفی برای ذخیره سازی این نوع پسماندها استفاده شود که در برابر خورندگی مقاوم باشد.

۴) باید از بسته بودن درب ظروف اطمینان حاصل کرد.

۵) بر روی ظروف باید از برچسب سبز رنگی که تمام مشخصات پسماند بر روی آن ذکر شده است استفاده شود. لازم به ذکر است برچسب گذاری باید به روش صحیح انجام شود. برای برچسب گذاری صحیح باید به نکاتی که در زیر آورده شده است توجه کرد:

- همه ظروف حاوی مواد شیمیایی باید دارای برچسب سبز رنگ باشند.
- از بکار بردن علائم اختصاری بر روی برچسب ها خودداری شود.
- بر روی برچسب بطری های مواد شیمیایی پراکسیدمانند، باید تاریخ دریافت ثبت شود.
- تاریخ باز کردن پلمپ درب بطری های مواد شیمیایی پراکسیدمانند باید بر روی برچسب آنها ذکر شود[۱۰].

تمام اطلاعات مربوط به مواد شیمیایی به صورت کامل بر روی برچسب ذکر شود. لازم به ذکر است در زیر مثالی از نحوه برچسب گذاری صحیح همراه با شکل آورده شده است (شکل ۱-۳). روش اشتباه برچسب گذاری به صورت شکل ۱-۴ می باشد.

در روش صحیح برچسب گذاری باید تمام اطلاعاتی که در زیر آورده شده است بصورت کامل بر روی برچسب آورده شود.

□ **اطلاعات تماس**

- نام شخص تولیدکننده
- شماره تماس
- شماره اتاق

□ **نوع پسماند**

- غیرهالوژن
- هالوژن
- فرمالین
- روغن
- اسید
- قلیا
- معرف

□ **ترکیب شیمیایی**

باید مشخص شود که چه نوع پسماند شیمیایی در ظرف وجود دراد. در صورتی که در ظرف مخلوطی از پسماندهای شیمیایی وجود داشته باشد باید مشخص شود که از هر پسماند چند درصد یا چه میزان در این ظرف وجود دارد. یک مثال در زیر آورده شده است:

- استون ٪۳۰
- هگزان ٪ ۲۰
- زایلن ٪۵۰

□ **سایر اطلاعات خطرناک**

☑ اشتعال پذیر □ خورنده

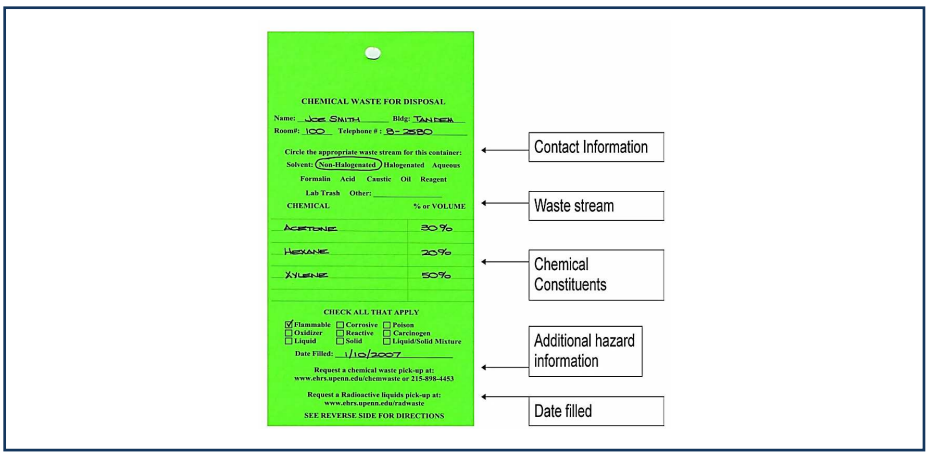
□ سمی □ اکسید کننده

□ واکنش پذیر □ سرطانزا

□ مایع □ جامد

□ مخلوطی از مایع و جامد

□ **تاریخ پرشدن.** بطور مثال در تاریخ ۹۳/۳/۳ پر شده است.



شکل ۱-۳: اطلاعات کامل مربوط به ماده شیمیایی

شکل ۱-۴: روش اشتباه برچسب گذاری

۶) بعد از برچسب گذاری باید ظروف حاوی پسماندهای شیمیایی بصورتی نگهداری شوند که خطر واژگونی و ریختن این پسماندها وجود نداشته باشد، به همین علت باید از ظروفی که در شکل ۱-۵ آورده شده است استفاده کرد.

شکل ۱-۵: روش صحیح نگهداری موقت ظروف حاوی مواد شیمیایی

از دلایلی که نیاز به برچسب گذاری را یک فرآیند مهم و الزامی قلمداد می کند می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) برای مدیریت هر چه صحیح تر و بهتر پسماندهای شیمیایی باید کارکنان و کادر خدماتی به اطلاعاتی که در موارد بالا ذکر شد آگاهی کامل داشته باشند زیرا روش مدیریت هر یک از پسماندهای شیمیایی متفاوت بوده است.

۲) قوانین زیست محیطی، برچسب گذاری پسماندهای شیمیایی توسط تولیدکننده را، امری الزامی ذکر کرده است.

۳) اطلاعات پسماندهای شیمیایی که توسط برچسب بر روی آنها ذکر می شود به دفع بهتر با کمترین هزینه و همچنین کمترین اثر زیست محیطی منجر می شود.

۴) لازم به ذکر است ظروف باز نشده حاوی پسماندهای شیمیایی در صورتی که برچسب اصلی خود که توسط شرکت تولیدکننده بر روی آن نصب می شود را داشته باشند نیاز به برچسب گذاری ندارند[۱۰].

۵) برای ذخیره سازی مواد قابل اشتعال تا زمانی که دفع آنها صورت پذیرد باید از ظروفی که در شکل ۱-۶ آورده شده است استفاده می شود.

شکل ۱-۶: روش ذخیره سازی مواد قابل اشتعال

۱۰-۳ انتقال یا حمل و نقل پسماندهای شیمیایی

پسماندهای شیمیایی تولید شده باید ذخیره و از نقطه تولید جمع آوری شوند. بعضی اوقات ممکن است نیاز باشد پسماندهای شیمیایی از یک نقطه به نقطه ای دیگر و یا جایگاه ذخیره سازی موقت پسماند منتقل شوند. برای حمل و نقل راحت تر این نوع پسماندها باید از وسایل چرخ داری که برای نمونه در شکل ۱-۷ آورده شده است استفاده کرد. لازم به ذکر است تا حد امکان وسایل مورد استفاده در حمل و نقل باید اختصاصی باشند و وسایل مختلف برای هر نوع پسماند در نظر گرفته شود[۹].

شکل ۱-۷: وسایل مورد نیاز برای انتقال و حمل و نقل پسماند شیمیایی درون سایت

وســایلی که در حمل و نقل و انتقال این پســماندها مورد استفاده قرار می گیرند باید دارای شرایط زیر باشند:

۱) به آسانی بارگیری و تخلیه شوند.

۲) کناره های آنها نباید دارای وسایل نوک تیز و برنده باشند زیرا ممکن است سبب آسیب زدن به ظروف و پاره کردن کیسه ها شود.

۳) به آسانی قابل شستشو باشند. لازم به ذکر است برای شستشوی این ظروف می توان از محلول ۵٪ پرکلرین استفاده کرد[۸].

وســایلی که برای حمل و نقل و انتقال پســماندهای شیمیایی به خارج از سایت مورد استفاده قرار می گیرند باید دارای شرایط زیر باشد:

۱) هیچگونه نشتی به خارج نداشته باشد.

۲) باید دارای سیستم جمع آوری نشت باشد.

۳) اگر وزن بارگیری شده بیش از ۳۳۳ کیلوگرم باشد باید با برچسب گذاری، نوع و مقدار پسماند شیمیایی مشخص شود.

۴) وسایل و خودروهای حامل باید به صورت روزانه شستشو شوند[۶].

۵) برای سیلندرهای حاوی گازهای فشرده در هنگام حمل و نقل باید از کلاهک مخصوص استفاده کرد[۸].

۴-۱۰ تصفیه و دفع پسماندهای شیمیایی

بهترین گزینه برای مدیریت پســماندهای شــیمیایی کاهش تولید این نوع پسماندها می باشد. در واقع تصفیه پســماندهای شــیمیایی خطرناک آخرین گزینه مدیریت این نوع پســماندها محسوب می شود. انتخاب روش های تصفیه و دفع مناسب به پارامترهای ذیل بستگی دارد:

۱) مقدار و نوع پسماند تولیدی

۲) نزدیک یا دور بودن سایت های تصفیه از مراکز تولید پسماندهای شیمیایی

۳) فرهنگ پذیرش روش های تصفیه و دفع

۴) در دسترس بودن وسایل حمل قابل اعتماد

۵) در دسترس بودن منابع مالی، مواد و منابع انسانی

۶) در دسترس بودن برق

۷) شرایط آب و هوایی و سطح آب های زیرزمینی
۸) وجود قوانین مربوطه

۱۰-۴-۱ دفع پسماندهای شیمیایی اشتعال زا

برای جلوگیری از تبخیر شـدن حلال های آلی مانند الکل های سـبک، اتر و استون می توان آنها را بـه طـور مجزا در انبارهای با دمای پایین و به اصطلاح سـرد ذخیره سـازی نمود. باید این نوع پسـماندها را در ظروف مقاومی انباشته و به منظور سوزاندن در اختیار مسئولین ایمنی آزمایشگاه قرار داد. جمع آوری انواع حلال های سنگین آلی، فنل، پروپیلن اکساید، گلوتارآلدئید، فرم آلدئید، پارا فرم آلدئید، زایلن و... باید تحت شرایط کنترل شده ای صورت گرفته و با همکاری سازمان های تحت قرارداد با سازمان محیط زیست و انرژی اتمی آنها را از محل آزمایشگاه دور ساخت[۱۵].

۱۰-۴-۲ دفع پسماندهای شیمیایی سمی

برای دفع پسـماندهای شـیمیایی سمی باید ابتدا با بکارگیری شـیوه های مختلف، مواد شیمیایی فعال و خطرناک را بی اثر کرد و سپس برای دفع آنها اقدامات لازم صورت گیرد. به طور مثال برای دفع محلول ۱۰ تا ۲۰ درصد اکریل آمید که در آزمایشگاه های مولکولی مورد استفاده قرار می گیرد و سمی بسیار قوی به خصوص برای سیستم اعصاب مرکزی است باید به صورت زیر عمل کرد:

- محلـول هـای اضافی آن را می توان با افزودن ترکیبات خاصـی مثل بیس آکریل آمید به حالت ژله ای آن که غیر سمی است تبدیل نمود و سپس به پسماندهای شهری وارد کرد.
- برای سـم زدایی ترکیبات آلی محلول و سـمی، بخصوص محلول اتیدیوم بروماید (ETBR[1]) و ژل های حاوی این محلول ها می توان از زغال فعال حیوانی که روش آن در زیر ارائه شـده اسـت استفاده نمود[۱۵].
- ژل های حاوی این محلول ها را می توان به مدت یک شبانه روز در ظرف حاوی یک یا دو لیتر آب قرار داد تا مواد سـمی آن وارد فاز آبی گردد، پس از اسـکن کردن ژل آگارز و حصول اطمینان از نبودن ترکیبات آلی در ژل، به محلول حاوی آب و ترکیبات سـمی که رقیق شـده اند یک قاشق جاذب چارکول اضافه نموده و پس از یک ساعت، باید سوسپانسیون حاوی چارکول، آب و مواد سمی را از یـک صافـی معمولی گذراند تا جاذب هایی که مواد سـمی را جذب کـرده اند بر روی صافی

[1] Ethidium bromide

بماننـــد و در ایـــن صورت محلولی که از صافی عبور کرده و عاری از مواد ســـمی اســـت را می توان دور ریخت و صافی که بر روی آن چارکول یا جاذب های حاوی مواد سمی حضور دارند را در دمای ۶۵۰درجه سانتی گراد سوزانید تا مواد سمی آن تجزیه شود[۱۵].

۱۰-۴-۳ دفع پسماندهای شیمیایی سرطانزا

برای دفع پســـماندهای شـــیمیایی ســـرطانزا باید با بکارگیری شـــیوه های مختلف، مواد شیمیایی فعال و خطرناک را بی اثر کرد. به طور مثال اســـمیوم تتراا‌کســـاید که پسماندی بسیار خطرناک و واکنش دهنده اســـت را می تـــوان در روغن مایع قرار داد تا توان اکســـیدکنندگی آن کاهش یابد. اســـید پیکریک از مواد بسیار فعال و سرطانزا به شمار می آید و نباید در تماس مستقیم با هوا قرار گیرنـــد بدین منظور همواره باید مقـــداری آب بر روی این ترکیب قرار داد. فنل و فرم آلدئید نیز از مواد نافذ، ســـمی و ســـرطانزا محسوب می شوند و برای کاهش اثرات ســـوء این پسماندها باید فرم آلدئید محلول های فرمالین را به کمتر از ۱۰٪ کاهش داد که برای خنثی ســـازی می توان آنها را با موادی از قبیل پاک کننده ها و دترژنت هایی مثل دتول (دتول باید به نســـبتی اضافه شـــود که فرمالین به کمتر از ۱۰ درصد فرم آلدئید برســـد) مخلوط کرد تا ســـمیت آن کاهش یابد که در این صورت در دسته پسماندهای بی خطر قرار می گیرد و می توان آنها را به شبکه جمع آوری فاضلاب تخلیه کرد[۱۳].

۱۰-۴-۴ دفع پسماندهای خطرناک بیولوژیک

از این پســـماندها می توان به نمونه های بیولوژیک مشـــکوک به داشـــتن عوامل مخاطره آمیز مثل نمونـــه های خـــون، مایع مغزی نخاعی، مایع منی، بافت های مختلف حیوان آلوده و کلیه مواد زاید بیولوژیـــک اشـــاره کرد. برای دفع نمونه های بیولوژیکی ذکر شـــده می توان ابتـــدا از اتوکلاو برای استریل کردن آنها استفاده نمود و سپس آنها را با پسماندهای عادی مدیریت نمود.

به نکاتی در مورد روش های دفع پسماندهای شیمیایی که در زیر آورده شده است باید توجه کرد:

۱) سوزاندن پسماند شیمیایی در هوای آزاد ممنوع اعلام شده است[۶].

۲) پســـماندهای شـــیمیایی نباید به صورت بخار دفع شـــوند این بخارات شامل بخارات خارج شده از هود و کابین های مختلف می باشـــد. درب ظرف های حاوی پســـماندهای شیمیایی باید همیشه بسته نگه داشته شود[۶].

۳) دفع ظروف: پلاستیک های خالی و ظرف های شیشه ای قهوه ای رنگی که حاوی مواد شیمیایی بوده اند ممکن است شستشو داده شوند یا بازیافت و یا دفع شوند. درب ظرف های خالی باید برداشته شود و برچسب آنها منهدم شود[۶].

۴) دفع مواد شیمیایی عمومی: مواد شیمیایی معمول غیرقابل بازیافت مانند قندها، آمینواسیدها و نمک های مخصوص ممکن است در فاضلابرو یا سیستم پسماند شهری تخلیه شوند. تخلیه محلول های کلوئیدی به فاضلابرو به طور نسبی در بسیاری از کشورها پذیرفته شده است. البته در مجوزهای ارائه شده توسط سازمان های مختلف تخلیه بعضی مواد به سیستم فاضلاب ممنوع اعلام شده است. به طور کلی شرایط تخلیه وابسته به مواردی است که در ذیل ذکر شده است:

- میزان جامدات معلق
- دما

• pH

- مقدار ماده تخلیه شده به فاضلابرو
- تخلیه مواد شیمیایی خطرناک به فاضلابرو برای کارکنان تصفیه خانه فاضلاب خطرناک است و سبب اثرات زیانباری بر روی سلامتی می شود. همچنین در امر تصفیه اختلال ایجاد می کنند.
- دفع مواد نفتی، کاربید کلسیم و محلول های هالوژن به سیستم فاضلابرو ممنوع است.

۵) دفع مقدار کم پسماند شیمیایی خطرناک: برای مقادیر کم پسماند شیمیایی خطرناک به عنوان مثال باقیمانده مواد شیمیایی همراه با بسته بندی هایشان، از فرآیندهای دفع مانند پیرولیز کردن، کپسوله کردن و دفن بهداشتی استفاده می شود.

۶) دفع مقادیر زیاد پسماند شیمیایی خطرناک: برای دفع ایمن و ارزان این مواد راهی وجود ندارد و راههای مناسب برای دفع این نوع پسماندها توسط ماهیت پسماند شیمیایی مشخص می شود. پسماندهای قابل احتراق مخصوصی مانند حلال ها ممکن است سوزانده شوند. سوزاندن مقادیر زیاد حلال های هالوژن بدون تجهیزات کنترل کننده گاز خروجی ممنوع است. پسماندهای شیمیایی که قابل سوزاندن نیستند باید توسط سازمان ها و شرکت هایی که مجوز مدیریت و دفع این گونه مواد را دارند حمل و دفع شوند. این سازمان ها ممکن است از روش هایی مانند تصفیه مواد شیمیایی و ذخیره آنها در تاسیسات دفع مهندسی شده استفاده کنند[۶].

۷) از دیگر روش های دفع پسماند شیمیایی خطرناک می توان به برگرداندن پسماند به

تولید کننده هایی که تجهیزات ویژه ای برای برخورد ایمن با این گونه مواد را دارند اشاره کرد. پسماندهای شیمیایی تولید شده همچنین می تواند به کشورهایی که تجهیزات پیشرفته ای برای دفع این گونه مواد را دارند صادر شود. حمل و نقل این مواد باید مطابق توافق نامه های بین المللی (مانند کنوانسیون بازل) باشد[۶].

۸) استفاده از محصولات خاص برای مقاصد غیرپزشکی ممکن است در نظر گرفته شود به عنوان مثال از گندزداهای تاریخ گذشته برای شستشوی توالت می توان استفاده نمود.

۹) برای جلوگیری از واکنش های ناخواسته، پسماندهای شیمیایی خطرناک باید جدا از هم نگهداری شوند.

۱۰) مقادیر زیاد پسماندهای شیمیایی به دلیل آلوده کردن آب های زیرزمینی نباید در خاک دفع شوند.

۱۱) مقادیر زیاد گندزداهای شیمیایی به دلیل اشتعال پذیری و خاصیت خورندگی هرگز نباید کپسوله شوند[۶].

۱۰-۴-۵ محفظه سازی و دفن بهداشتی مطمئن در محل بیمارستان

این روش ها بطور مفصل در روش های مدیریت پسماندهای دارویی ارائه شده است.

۱۱- پسماندهای دارویی

پسماندهای دارویی عبارتند از داروهای تاریخ مصرف گذشته، مصرف نشده، تفکیک شده و آلوده، واکسن ها، مواد مخدر و سرم هایی که دیگر به آنها نیازی نیست و باید به نحو مناسبی دفع شوند. این نوع از پسماندها همچنین شامل اقلام دور ریخته شده ی مورد مصرف در کارهای دارویی مانند بطری ها و قوطی های دارای باقیمانده داروهای خطرناک، دستکش، ماسک، لوله های اتصال و شیشه های داروها می باشد که در صورت آزاد شدن در محیط زیست برای محیط زیست و انسان مضر باشند[۱۶].

۱۱-۱ اثرات پسماندهای دارویی مشاهده شده در محیط زیست

از اثرات پسماندهای دارویی مشاهده شده در محیط زیست می توان به شناسایی ۱۲ ترکیب مختلف دارویی در حوضه آبریز نهر Boulder در Colorado توسط دانشمندان سازمان زمین شناسی آمریکا در سال ۲۰۰۶ اشاره کرد[۱۷]. همچنین دانشمندان در رودخانه Potomac،

ماهی های دوجنسه شناسایی کرده بودند که علت آن را حضور استروژن های دارویی در محل زندگی آنها عنوان کرده اند[۱۸].

۱۱-۲ گروه های در معرض خطر پسماندهای دارویی

بطور کلی تمام افرادی که در مراکز مراقبت های بهداشتی و درمانی حضور دارند در معرض خطر ناشی از پسماندهای تولیدی در این مراکز هستند. بطور معمول از گروه های در معرض خطر می توان به داروسازان، متخصصان بیهوشی، پرستاران، خدمتکاران مراکز مراقبت های بهداشتی و درمانی، بهیاران و سایر کارمندان اشاره کرد. علاوه بر موارد ذکر شده می توان به خود بیماران و همراهان آنها نیز اشاره کرد. این گروه ها و افراد ممکن است بعلت مواجهه با موادی از قبیل بخارات، آئروسل ها و مایعات در معرض ایجاد مشکلات تنفسی قرار گیرندکه برای کاهش دادن خطرات ناشی از بخارات، آئروسل ها و مایعات باید به صورت زیر عمل کرد[۱۶].

۱) مواد با خطر کمتر را جایگزین مواد خطرناکتر کرد.

۲) تجهیزات فردی برای لحظه ی وقوع خطر باید موجود و در دسترس باشد.

۳) در مکانهایی که از مواد شیمیایی خطرناک استفاده می شود باید تهویه مناسب صورت گیرد.

۴) آموزش پرسنل در معرض خطر، برای چگونه رفتار کردن در حین وقوع خطر، امری ضروری و مهم به شمار می رود.

۱۱-۳ منابع تولید پسماندهای دارویی

طبق گزارشی که در سال ۲۰۱۲، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا منتشر کرده است تخمین زده که بیمارستان ها و دیگر منابع تولیدکننده پسماندهای دارویی، سالانه ۱۵×۱۰^{۵} کیلوگرم پسماندهای دارویی تولید می کنند[۱۹]. منابع تولید کننده پسماندهای دارویی را می توان در دو گروه کلی به صورت زیر نشان داد[۱۶]:

۱) منابع اصلی تولید پسماندهای دارویی

۲) منابع جزئی (فرعی) تولید پسماندهای دارویی

۱۱-۳-۱ منابع اصلی تولید پسماندهای دارویی

از منابع اصلی تولید پسماندهای دارویی می توان به بیمارستان ها (بیمارستان های آموزشی یا

دانشگاهی و بیمارستان های عمومی و خصوصی) و دیگر مراکز بهداشتی و درمانی (اورژانس ها، مراکز بهداشتی درمانی و داروخانه های عمومی، زایشگاه ها و کلنیک های زنان و زایمان، کلنیک های سرپایی یا کلنیک های درمان های سرپایی، مراکز دیالیز، آسایشگاه ها، مراکز تزریق خون، خدمات پزشکی ارتش یا بهداری های ارتش)، آزمایشگاه ها و مراکز تحقیقاتی (آزمایشگاه های پزشکی و بیومدیکال، آزمایشگاه ها و موسسات بیوتکنولوژی، مراکز تحقیقات پزشکی، آزمایشگاه ها و مراکز تحقیقات حیوانی)، مرده شویخانه ها، سردخانه ها و کالبد شکافی ها، بیمارستان ها و درمانگاه های زندان ها، بانک های خون و خدمات جمع آوری خون و خانه سالمندان اشاره کرد.

۱۱-۳-۲ منابع جزئی تولید پسماندهای دارویی

از منابع جزئی (فرعی) تولید پسماندهای دارویی می توان به مراکز کوچک مراقبت های بهداشتی و درمانی (مطب پزشکان، کلنیک های دندانپزشکی، کلنیک های ارتوپدی و فیزیوتراپی)، مراکز مراقبت های بهداشتی و درمانی خصوصی و مراکز با پسماند تولیدی کم (بیمارستان های روانی، موسسات و مراکز نگهداری افراد معلول یا کم توان جسمی)، فعالیت های غیربهداشتی شامل فعالیت های مربوط به جراحی های زیبایی (پسماندهای خالکوبی ها و تاتو کردن ابرو، پسماندهای نوک تیز ناشی از تزریق مواد مخدر)، خدمات مراسم کفن و دفن، آمبولانس ها و درمان های خانگی اشاره کرد.

۱۱-۴ کمینه سازی پسماند

بطورکلی به حداقل رساندن پسماندهای تولیدی از دو نظر برای تولیدکننده پسماند حائز اهمیت است، یکی هزینه ی اضافی برای خرید کالای مورد نظر و دیگری هزینه های مرتبط با دفع پسماند کاهش می یابد. زمانی که مقدار پسماندهای شیمیایی و دارویی تولیدی کم باشد می توان با روش های نسبتاً آسان و صرف هزینه های کم عملیات دفع را انجام داد در حالی که اگر مقدار این پسماندها زیاد باشد باید از روش های تخصصی و هزینه های هنگفتی برای دفع آنها استفاده کرد. در واقع می توان با کاهش در مبدا و اقدامات مدیریتی و کنترلی در سطح بیمارستان، پسماندهای شیمیایی و دارویی تولیدی را به میزان زیادی کاهش داد که کاهش این نوع پسماندها باعث ذخیره سازی منابع می شود. می توان به چند مورد از سیاست ها و روشهایی که باعث تشویق به

کمینه سازی پسماند می شود به صورت زیر اشاره کرد[۱۶]:

۱) از خرید محصولات وکالاهایی که پسماند تولیدی آنها زیاد بوده و همچنین تولیدات خطرناک آنها زیاد است اجتناب شود.

۲) برای پاک سازی سطوح مختلف در بیمارستان به جای استفاده از روش های شیمیایی از روش های فیزیکی استفاده شود (بطور مثال ضد عفونی توسط بخار آب به جای گندزایی توسط مواد شیمیایی).

۳) نظارت بر استفاده از همه ی محتویات موجود در یک جعبه یا بطری به طور مداوم صورت گیرد.

۴) نظارت بر مصرف کردن محصولات موجود برای جلوگیری از اتمام تاریخ انقضاء آنها باید به صورت مداوم صورت گیرد و تا محصولات موجود مصرف نشوند نباید محصولات جدیدی که به تازگی خریداری شده اند را استفاده کرد.

۵) سفارش و خرید کم و پی در پی محصولات با ماندگاری و زمان انقضاء کمتر بر سفارش و خرید زیاد و یک دفعه محصولات دارویی ارجحیت دارد.

۶) چک کردن تاریخ انقضاء هر محصول در زمان تحویل محصول بسیار حائز اهمیت می باشد.

۷) جلوگیری از تولید ضایعات یا پیشگیری از اتلاف محصولات (بطور مثال در ایستگاه های پرستاری و فعالیت های تمیزسازی).

۸) آگاهی از میزان پسماندهای شیمیایی و دارویی تولیدی در بیمارستان بسیار حائز اهمیت است.

۹) مدیریت جامع و دقیق فروشگاه ها، بطور قابل توجهی مقادیر پسماندهای دارویی و شیمیایی تولیدی را کاهش می دهد. بطوری که در حالت ایده آل، پسماند موجود در فروشگاه ها باید به باقیمانده های ناشی از بسته بندی تولیدات شیمیایی و یا دارویی محدود شوند (مثل بطری ها، جعبه ها، قوطی ها و غیره).

۱۱-۵ دسته بندی پسماندهای دارویی

دسته بندی های متفاوتی از پسماندهای دارویی ارائه شده است. در این دستورالعمل از دسته بندی پسماندهای دارویی که توسط پزشکی نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا و خدمات متخصصان داروسازی شرق و جنوب شرق انگلستان ارائه شده، استفاده شده است[۲۰-۲۱].

پزشکی نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا پسماندهای دارویی که نیازمند مدیریت می باشند را به چهار دسته کلی به صورت زیر دسته بندی کرده است[۲۰]:

1) RCRA Hazardous Waste

2) Non-RCRA Antineoplastic Hazardous Waste

3) Best Management Practice(BMP) Hazardous Waste

4) Best Management Practice Non-Hazardous Pharmaceutical Waste

خدمات متخصصان داروسازی شرق و جنوب شرق انگلستان پسماندهای دارویی که نیازمند مدیریت هستند را به چهار دسته کلی به صورت زیر دسته بندی کرده است[۲۱]:

۱) داروهای Cytotoxic & Cytostatic (سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک)

۲) داروهای noncytotoxic & noncytostatic (غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک)

۳) پسماندهای غیردارویی فعال فاقد ویژگی های پسماندهای خطرناک (به طور مثال سرم های قندی نمکی).

۴) داروهایی که اشتعال پذیر، مضر، محرک، واکنش پذیر یا Ecotoxic هستند.

۱-۵-۱۱ پسماندهای دارویی تحت مدیریت پزشکی نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا

RCRA Hazardous Waste: پسماندهای دارویی که به عنوان پسماندهای خطرناک تعریف و شناخته می شوند و باید به عنوان پسماند خطرناک جداسازی و مدیریت شود که این دسته شامل ۹ ترکیب آنتی نئوپلاستیک می باشد.

Non-RCRA Antineoplastic Hazardous Waste: این دسته شامل همه ی ترکیبات آنتی نئوپلاستیک بکار برده شده برای درمان سرطان می باشد و زیر مجموعه قوانین RCRA می باشد.

BMP Hazardous Waste: داروهای مطابق با این دستورالعمل بایستی به مانند پسماندهای خطرناک تحت نظر RCRA با بهترین راهکار مدیریتی مورد ارزشیابی قرار گیرند.

BMP Non-Hazardous Pharmaceutical Waste: همه پسماندهای دارویی که زیر مجموعه سه دسته بالا قرار نمی گیرد را شامل می شود.

۱-۱-۵-۱۱ RCRA Hazardous Pharmaceuticals

داروهایی به عنوان پسماند خطرناک شناخته می شوند که نام عمومی یا شیمیایی آنها در بخش ۳۳ از لیست پسماندهایی که توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا تحت عنوان پسماندهای خطرناک در 40CFR[1]261 منتشر شده است قرار بگیرد و همچنین دارای خصوصیات

[1] Code of Federal Regulations

اشـــتعال پذیری، خورندگـــی، واکنش پذیری و ســـمیت که در همین لیســـت (40CFR261) و به ترتیب در بخش های ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴ آورده شـــده اســـت باشـــد. لازم به ذکر است، ظروف خالی که داروهای موجود در بخش ۳۳ از لیســـت پســـماندهای خطرناک مشـــخص شده توسط EPA را نگهـــداری می کنند باید به عنوان پســـماندهای خطرناک مدیریت شـــوند بجز برای زمانی که برای ســـرنگ های اپی نفرین اســـتفاده شـــده باشـــد. بخش ۳۳ دارای دو زیرگروه کلی از داروهای رایج استفاده شده در مراکز بهداشتی و درمانی تحت عنوان لیست P و U می باشد که تعدادی از اسامی این داروها همراه با کد پسماند در جداول ۱-۵ و ۱-۶ آورده شده است.

جدول ۱-۵: داروهای رایج استفاده شده در مراکز بهداشتی و درمانی تحت عنوان لیست P

اسم دارو	کد پسماند
Warfarin>0.3%	P001
Arsenic Trioxide	P012
Epinephrine	P042
Nicotine	P075
Nitroglycerine	P081
Physostigmine salicylate	P188
Physostigmine	P204

جدول ۱-۶: داروهای رایج استفاده شده در مراکز بهداشتی و درمانی تحت عنوان لیست U

اسم دارو	کد پسماند
Chloral	U034
Chlorambucil	U035
Cyclophosphamide	U058
Daunomycin	U059
Dichlorodiflouromethane	U075
Diethylstilbestrol	U089
Lindane	U129
Melphalan	U150
Mitomycin C	U010
Reserpine	U200
Resorcinol	U201
Selenium sulfide	U205
Streptozotocin	U206
Trichloromonofluoromethane	U121
Warfarin≤0.3%	U248

۲-۱-۵-۱۱ BMP Non-Hazardous Pharmaceutical Waste

همه داروهایی که در زیر مجموعه معیارهای ذکر شده در بالا قرار نمی گیرد به عنوان BMP Non Hazardous Waste شناخته می شوند و آنهایی که هر یک از معیارهای ذکر شده در موارد ۶-۱ را داشته باشند سوزانده می شوند. لازم به ذکر است، اگر قوانین پسماندسوزهای پسماند پزشکی موجود نباشد این نوع پسماندها باید به عنوان پسماند خطرناک دفع شوند.

۱) Combo P-U: فرمولاسیون های حاوی بیشتر از یک داروی لیست P یا U یا ترکیبی از داروهای لیست شده در لیست P یا U یا دیگر اجزای فعال به عنوان Combo P-U شناخته می شوند.

۲) CARCIN: بعضی از سرطانزاهای مورد استفاده در بخش های بهداشتی- درمانی در جدول ۱-۷ ارائه شده است.

جدول ۱-۷: فهرست برخی از پسماندهای گروه CARCIN

CARCIN	
Azathioprine	Adriamycin
Conjugated Estrogens	Metronidazole
Cyclophosphamide	N-Nitrosodi-n-butyl amine
Diethylstilbestrol	Dacarbazine
Melphalan	Progesterone
2-Acetylaminofluorene	Propiolactone
Propylthiouracil	Streptozotocin
Methoxsalen with Ultra-violet A Therapy (PUVA)	

۳) داروهایی که توسط اداره ایمنی و بهداشت حرفه ای آمریکا و موسسه ملی سلامت و ایمنی شغلی آمریکا در این دسته قرار می گیرند.

۴) LD_{50}: داروهایی که دارای $LD_{50} \leq 50$ mg/kg می باشند.

۵) ED[1]: ترکیبات یا داروهای مختل کننده غدد درون ریز که در منابع ذکر شده در موارد بالا (۴-۱) لیست نشده باشد.

۶) ویتامین ها- مواد معدنی: ویتامین ها و مواد معدنی که به علت حضور کروم، سلنیوم و یا کادمیوم خصوصیات سمی پیدا می کنند.

[1] Endocrine disrupting compounds

۳-۱-۵-۱۱ Non RCRA Antineoplastic

برای شناسایی اینکه کدام یک از پسماندهای دارویی زیر مجموعه ی این دسته قرار می گیرد باید به معیارهای زیر توجه کرد:

۱) ترکیباتی که توسط موسسه ملی سلامت و ایمنی شغلی آمریکا در این دسته قرار می گیرند.

۲) همه داروهایی که در شیمی درمانی سرطان ها بکار می رود. فهرست برخی از این داروها در جدول ۱-۸ ارائه شده است.

جدول ۱-۸: فهرست برخی از داروهای استفاده شده در شیمی درمانی

داروهای استفاده شده در شیمی درمانی	
Aldesleukin	Gemcitabine
Alemtuzumab	Gemtuzumab
Amsacrine	Hydroxycarbamide
Arsenic trioxide	Idarubicin
Asparaginase	Ifosfamide
Bleomycin	Imatinib mesylate
Bortezomib	Irinotecan
Busulphan	Lomustine
Capecitabine	Melphalan
Carboplatin	Mercaptopurine
Carmustine	Methotrexate
Cetuximab	Mitomycin
Chlorambucil	Mitotane
Cisplatin	Mitoxantrone
Cladribine	Oxaliplatin
Cyclophosphamide	Paclitaxel
Cytarabine	Pentamidine
Dacarbazine	Pentostatin
Dactinomycin	Procarbazine
Daunorubicin	Raltitrexed
Dasatinib	Rituximab
Docetaxel	Temozolomide
Doxorubicin	Thiotepa
Epirubicin	Topotecan
Estramustine	Trastuzumab
Etoposide	Vidaradine
Fludarabine	Vinblastine
Fluorouracil	Vincristine

۴-۱-۵-۱۱ Investigational Pharmaceuticals (داروهای تحقیقاتی)

داروهایی که در آزمایشگاه های تحقیقاتی (بطور مثال آزمایشگاه های دانشگاه ها جهت گذراندن پایان نامه ها) در امر پژوهش استفاده می شود در این دسته از پسماندها قرار می گیرد. لازم به

ذکر اســت در صورت تولید شــدن این نوع از پسماندها در آزمایشــگاه، باید به صورت پسماندهای دارویی مدیریت شوند.

۱۱-۵-۲ پسماندهای دارویی تحت مدیریت خدمات متخصصان داروسازی شرق و جنوب شرق انگلستان

متخصصان داروســازی شــرق و جنوب شرق انگلستان پســماندهای دارویی را در چهار دسته کلی داروهای سایتوتوکســیک و سایتواســتاتیک، داروهای غیرسایتوتوکســیک و غیرسایتواســتاتیک، پســماندهای غیرداروییِ فعال فاقد ویژگی های پسماندهای خطرناک (بطور مثال سرم های قندی نمکــی) و داروهایی که اشــتعال پذیر، مضر، محــرک و واکنش پذیر یا Ecotoxic هســتند قرار می دهند. لازم به ذکر است در این دستورالعمل یا رهنمود به دفع پسماندهای نوک تیز هم اشاره شده است.

۱۱-۵-۲-۱ داروهای سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک

داروهای سایتوتوکســیک در واقع داروهایی هســتند که برای کشــتن ســلول های سرطانی مورد اســتفاده قرار می گیرند و با فرآیند لیز ســبب تجزیه یا از هم پاشــیدگی این سلول ها می شود، و داروهای سایتواســتاتیک به داروهایی اشاره دارد که از رشد و تکثیر سلول جلوگیری می کند و هر دارویی که یک یا بیشــتر از یکی از ویژگی های پســماندهای خطرناک از قبیل سمیت، سرطانزایی و جهش زایی را داشــته باشند را شامل می شوند. در واقع این داروها در شیمی درمانی سرطان ها مورد اســتفاده قرار می گیرند. این داروها اغلب در بخش های تخصصی بیمارســتان ها مثل بخش تومورشناسی و پرتو درمانی مورد استفاده قرار می گیرند. استفاده از این داروها در دیگر بخش های بیمارســتان رو به افزایش اســت و همچنین ممکن اســت بیرون از بیمارستان ها هم مورد استفاده قرار گیرد. جدول ۱-۹ مثال هایی از داروهای سایتوتوکســیک و سایتواســتاتیک مورد استفاده در بیمارستان ها و مراکز بهداشتی و درمانی را نشان می دهد.

جدول ۱-۹: فهرست برخی از داروهای سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک

لیست داروهای سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک	
Anastrozole	Medroxyprogesterone
Azathioprine	Megestrol
Bicalutamide	Menotropins
Bacillus Calmette-Guérin Vaccine (BCG)	Mifepristone
Chloramphenicol	Mycophenolate mofetil
Ciclosporin	Nafarelin
Cidofovir	Oestrogen
Colchicine	Oxytocin
Danazol	Podophyllyn
Diethylstilbestrol	Progesterone
Dinoprostone	Raloxifene
Dutasteride	Ribavarin
Estradiol	Sirolimus
Exemestane	Streptozocin
Finasteride	Tacrolimus
Flutamide	Tamoxifen
Ganciclovir	Testosterone
Gonadotrophin, chorionic	Thalidomide
Goserelin	Toremifene
Interferon	Trifluridine
Leflunomide	Triptorelin
Letrozole	Valganciclovir
Leuprorelin acetate	Zidovudine

کانتینر یا ظروفی که برای نگهداری و ذخیره سازی این نوع پسماندها بکار می رود ظروف دارای درپوش ارغوانی رنگ می باشد (شکل ۱-۸، الف) که باید بر روی این ظروف از برچسبی برای ذکر کردن اطلاعات و محتویات درون این ظروف استفاده شود و این اطلاعات باید توسط مارکرها یا ماژیک های مشکی رنگ غیرقابل پاک شدن و به صورت واضح و مشخص بر روی آنها به صورت زیر ذکر شود:

- **پسماندهای دارویی خطرناک برای سوزاندن**
- **حاوی داروهای سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک**
- **استفاده از علائم و اشکال نشان دهنده پسماندهای دارویی خطرناک (شکل ۱-۸، ب)**

ب الف

شکل ۱-۸: ظرف مورد استفاده برای ذخیره سازی داروهای سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک و علامت مورد استفاده بر روی این ظروف

شـــرکت های مختلفـــی ظروف مختلفی را برای ذخیره ســـازی و نگهداری پســـماندهای مربوط به شیمی درمانی پیشنهاد کرده اند که از این ظروف می توان به کانتینرهای ذخیره سازی پسماندهای شیمی درمانی بمیس (Bemis)، هاسپیتک (Hospitec)، کندال (Kendall)، بی دی (BD) و کیسه های زرد رنگ اشاره کرد[۲۲].

• Bemis Chemotherapy Containers: ایـــن ظـــروف دارای حجم های ۲، ۸ و ۱۱ گالنی (gallon) هستند.

• Hospitec Chemotherapy Containers: ایــن ظروف دارای حجم های ۱۲ و ۱۸ گالنی هستند.

• Kendall Chemotherapy Containers: این ظروف دارای حجم های ۲، ۸، ۱۲ و ۱۸ گالنی هستند.

• BD Chemotherapy Containers: این ظروف دارای حجم های۳ و ۹ گالنی هستند.

• Yellow Chemotherapy Bags: این کیسه‌ها دارای حجم های ۱۰، ۲۰، ۳۳ و ۳۵ گالنی هستند.

لازم به ذکر است پسماندهای سایتوتوکسیک باید بصورت جداگانه از دیگر پسماندهای مراقبت های بهداشتی و درمانی و در جای امن ذخیره شود.

۱۱-۵-۲-۳ داروهای غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک

این دسته بزرگترین دسته از پسماندهای دارویی به حساب می آید و شامل همه پسماندهایی است که توسط سازمان های مربوطه خطرناک قلمداد نمی شوند. کانتینر یا ظروفی که برای نگهداری و ذخیره سازی این نوع پسماندها بکار می رود باید ظروف دارای درپوش آبی رنگ (شکل ۱-۹) باشد و از برچسبی برای ذکر کردن اطلاعات و محتویات درون این ظروف استفاده شود، که این اطلاعات باید توسط مارکرها یا ماژیک های مشکی رنگ غیرقابل پاک شدن و به صورت واضح و مشخص بر روی آنها به صورت زیر ذکر شود:

- پسماندهای دارویی غیرخطرناک برای سوزاندن

- حاوی داروهای غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک

- کد مربوط به این نوع پسماندها:

کد مربوط به استفاده های انسانی ⟵ Human EWC Code = 18 01 09

کد مربوط به استفاده های حیوانی ⟵ Animal EWC Code = 18 02 08

شکل ۱-۹: ظرف مورد استفاده برای ذخیره سازی داروهای غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک

برای ذخیره سازی و نگهداری پسماندهای دارویی خطرناک، شرکت Stericycle کانتینرهایی را تحت عنوان کانتینرهای پسماند دارویی بمیس و کندال در حجم های مختلف و به صورت زیر پیشنهاد کرده است[۲۲]:

۱) Bemis Pharmaceutical Waste Containers: این کانتینرها دارای حجم های ۲ و ۸ گالنی (gallon) هستند.

۲) Kendal Pharmaceutical Waste Containers: این کانتینرها دارای حجم های ۲، ۳، ۸، ۱۲ و ۱۸ گالنی هستند.

۱۱-۵-۲-۴ پسماندهای غیردارویی فعال فاقد ویژگی های پسماندهای خطرناک

ایـن پسـماندها به مایعات یا محلـول های وریدی، مکمـل های غذایی و ژل های دسـتی الکلی تقسـیم بندی می شوند که هر گروه از این پسماندها دارای روش های مدیریتی خاصی هستند که در زیر به آنها اشاره شده است:

۱۱-۵-۲-۴-۱ مایعات یا محلول های وریدی

مایعات یا محلول های وریدی که غیرفعال و فاقد هرگونه خطری هسـتند باید یا وارد پسماندهای عادی بهداشـتی درمانی شـوند (در واقع در کانتینرهای ذخیره سازی پسماند وارد می شوند) یا به شـبکه جمع آوری فاضلاب تخلیه شـوند. محلول های وریدی که دارای حجمی کمتر از یک لیتر باشـند باید به سیستم های فاضلابروی شهری تخلیه شوند و ظروف خالی شده آنها را وارد جریان پسـماندهای عادی بهداشتی درمانی کرد. بطور مثال از این نوع پسماندها می توان به محلول های سدیم‌کلراید ۹ درصد و دکستروز اشاره کرد. محلول های وریدی شامل ترکیب دارویی فعال مانند پتاسـیم باید در ظروف یا کانتینرهای مناسـب پسـماندهای دارویی قرار داده شـوند. لازم به ذکر اسـت بـرای مدیریت مایعات یا محلول های وریدی که حجمی بیشـتر از یـک لیتر دارند از روش محصورسازی یا کپسوله کردن استفاده می شود.

۱۱-۵-۲-۴-۲ مکمل های غذایی

مکمل های غذایی را بر اساس حالت فیزیکی آنها به دو گروه مایع و پودری تقسیم بندی می کنند و برای هر گروه، از روش مدیریت خاصی استفاده می شود که در زیر در مورد آنها توضیح داده می شود.

۱۱-۵-۲-۴-۲-۱ مکمل های غذایی مایع

مکمل های غذایی مایعی که دارای مقادیر کمی هسـتند (کمتر از یک لیتر) و خطرناک محسـوب نمی شـوند را می توان به سیسـتم های فاضلابروی شـهری تخلیه و دفع کرد که برای اینکار باید ظروف حاوی این مکمل ها یکی یکی باز شـوند و به درون سیسـتم های فاضلابروی شهری تخلیه شـوند و ظروف خالی شـده آنها را باید وارد جریان پسـماندهای بهداشـتی کرد تا به سایت دفن بهداشـتی منتقل شـوند. لازم به ذکر است، قوانین مربوط به عملیات دفن در سایت های بهداشتی دفن پسـماند، ورود پسـماندهای مایع را بـه دلیل آلوده کردن آب های زیرزمینی و سـطحی، به

درون سـایت دفن، منع کرده اند. اگر مقادیر بیشـتری از این نوع مواد نیاز به دفع داشـته باشـند بایـد تولیدکننده یا عرضه کننده مدیریت آنها را به عهده بگیرد. همچنین مدیریت این مواد که در مراقبت های خانگی از بیماران خاص تولید می شـود به عهده تولید کننده یا همان مراقبت کننده از بیمار می باشـد. مقادیر زیاد این مواد نباید بدون هماهنگی قبلی با مسـئول محلی به سیسـتم فاضلابروی خانگی و شهری تخلیه شود.

۱۱-۵-۲-۴-۲-۲ مکمل های غذایی پودری

در جایی که نیاز به دفن مکمل های غذایی پودری می باشد باید آنها را به درون کانتینرها یا ظروف حاوی مواد دارویی غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک تخلیه کرد. زیرا همانطورکه در بالا ذکر شـده اسـت این مواد زیر مجموعه پسـماندهای غیردارویی فعال فاقد هرگونه ویژگی پسماندهای سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک است.

۱۱-۵-۲-۴-۳ ژل های دستی الکلی

ژل هـای الکلـی دسـتی که فاقد سیلوکسـآن هـا[1] و دارای برچسـب حـاوی اطلاعـات ایمنی (safety data sheet) هسـتند باید به سیسـتم فاضلابروی شـهری تخلیه شـود و پاکت ها یا بسته بندی آنها بازیافت شود و یا وارد جریان پسماند شهری شود. لازم به ذکر است ژل های الکلی دستی که دارای سیلوکسآن ها هستند به علت خاصیت پایداری و تجمع زیستی[2] که دارند نباید به سیستم فاضلابروی شهری تخلیه شود زیرا به فرآیندهای تصفیه ای موجود در تصفیه خانه فاضلاب آسـیب وارد می کنند و باعث کاهش راندمان و کارایی تصفیه خانه می شـود که آسـیب رساندن به محیط زیسـت و منابع آب زیرزمینی و سـطحی را به دنبال دارد. برای دفع این نوع پسـماندها می توان آنها را بعد از محصورسازی یا کپسوله کردن در سایت های دفن بهداشتی دفن کرد.

۱۱-۵-۲-۵ پسماندهای دارویی اشتعال پذیر، مضر، محرک، واکنش پذیر یا Ecotoxic

جدول ۱-۱۰ مثال هایی از این نوع پسماندها می باشد و همچنین توصیه هایی در مورد دفع آنها را ارائه می کند.

[1] siloxanes
[2] bioaccumulation

جدول ۱-۱۰: پسماندهای دارویی اشتعال پذیر، مضر، محرک، واکنش پذیر یا Ecotoxic

نوع پسماند دارویی	توصیه هایی برای دفع
بسته های آدرنالین	قرار دادن آمپول های آدرنالین در کانتینرهای مربوط به پسماندهای دارویی غیرخطرناک. قرار دادن سوزن سرنگ ها در کانتینرهای با درپوش زرد رنگ. قسمت بیرونی بسته بندی (جعبه) را می توان وارد پسماندهای شهری قابل دفع در سایت دفن بهداشتی کرد.
کرم ها، پمادها و شامپو	باید محصول موجود در بسته بندی ها را از بسته های آنها جدا کرده و وارد کانتینرهای پسماندهای دارویی کرد.
پماد و قطره چشم، گوش و بینی	باید محصول موجود در بسته بندی ها را از بسته های آنها جدا کرده و وارد کانتینرهای پسماندهای دارویی کرد.
مایعات اشتعال پذیر	مایعات اشتعال پذیر نباید وارد کانتینرهای ذخیره سازی و نگهداری پسماند شوند بلکه باید آنها را جداگانه جداسازی کرد.
آمپول ها یا ویال های استفاده شده یا شکسته شده	در ظروف خاصی که برای پسماندهای نوک تیز آلوده شده توسط پسماندهای دارویی طراحی شده است وارد می شوند. سرنگ ها نباید تخلیه شوند.
آمپول ها یا ویال های سالم و استفاده نشده	باید محصول موجود در بسته بندی ها را از بسته های آنها جدا کرده و وارد کانتینرهای پسماندهای دارویی کرد.
تجهیزات تزریقی آماده شده اما استفاده نشده	در ظروف خاصی که برای پسماندهای نوک تیز آلوده شده توسط پسماندهای دارویی طراحی شده است وارد می شوند. سرنگ ها نباید تخلیه شوند.
سرنگ های تزریقی از پیش پرشده دارای سوزن	در ظروف خاصی که برای پسماندهای نوک تیز آلوده شده توسط پسماندهای دارویی طراحی شده است وارد می شوند. سرنگ ها نباید تخلیه شوند.
مایعات خارجی از جمله مایعات استنشاق (بینی و دهان)	این مایعات باید درون بطری باقی بماند و بطری هم به درون کانتینرهای پسماندهای دارویی دفع شوند. این مایعات تحت هیچ شرایطی نباید مستقیماً وارد ظروف یا کانتینرهای پسماندهای دارویی شوند.
مایعات دهانی آلوده درون بطری	این مایعات باید درون بطری باقی بماند و بطری هم به درون کانتینرهای پسماندهای دارویی دفع شوند. مایعات دهانی آلوده تحت هیچ شرایطی نباید مستقیماً وارد ظروف یا کانتینرهای پسماندهای دارویی شوند.
شیاف ها	باید محصول موجود در بسته بندی ها را از بسته های آنها جدا کرده و وارد کانتینرهای پسماندهای دارویی کرد.
اسپری ها (به طور مثال اسپری بینی)	باید محصول موجود در بسته بندی ها را از بسته های آنها جدا کرده و وارد کانتینرهای پسماندهای دارویی کرد.
قرص ها و کپسول های ورقه ای	باید قرص ها و کپسول های ورقه ای را از بسته بندی آنها جدا نموده و وارد کانتینرهای پسماندهای دارویی کرد.
قرص ها و کپسول های موجود در بطری ها	قرص ها و کپسول ها باید درون بطری باقی بماند و بطری را به درون کانتینرهای پسماندهای دارویی دفع کرد.
داروهای غیرقابل شناسایی	باید همه داروهای موجود در این دسته بندی را وارد کانتینرهای پسماندهای خطرناک کرد.
آماده سازهای واژن	باید محصول موجود در بسته بندی ها را از بسته های آنها جدا کرده و وارد کانتینرهای پسماندهای دارویی کرد.

۱۱-۵-۲-۶ پسماندهای نوک تیز

پسماندهای نوک تیز تولید شده در مراکز بهداشتی و درمانی به دو دسته کلی تقسیم بندی می شود که برای ذخیره سازی و نگهداری موقت هر دسته از ظروف با رنگ های گوناگونی استفاده می شود.

دسته بندی پسماندهای نوک تیز تولید شده در مراکز بهداشتی و درمانی

۱) پسماندهای نوک تیز تولید شده در مراکز بهداشتی و درمانی که توسط پسماندهای دارویی آلوده نشده اند.

۲) پسماندهای نوک تیز تولید شده در مراکز بهداشتی و درمانی که توسط پسماندهای دارویی آلوده شده اند.

برای ذخیره سازی و نگهداری پسماندهای نوک تیز تولید شده در مراکز بهداشتی و درمانی که توسط پسماندهای دارویی آلوده نشده اند از ظروف نشان داده شده در شکل ۱-۱۰ استفاده می شود، از این پسماندها می توان به اشیاء نوک تیز استفاده شده در حجامت ها و خون گیری ها اشاره کرد. از ظروف دارای درپوش با رنگ نارنجی استفاده می شود و بر روی این ظروف از برچسب های نوشته شده توسط مارکرهای مشکی استفاده می شود که اطلاعات موجود بر روی این برچسب ها به صورت زیر می باشد:

- پسماندهای نوک تیز آلوده نشده با پسماندهای دارویی

- کدهای مربوط به این نوع پسماندها:

کد مربوط به استفاده های انسانی ⟶ Human Code = 18 01 03

کد مربوط به استفاده های حیوانی ⟶ Animal Code = 18 02 02

کد مربوط به استفاده های دیگر ⟶ Other Code = 20 01 99

شکل ۱-۱۰: ظرف مورد استفاده برای ذخیره سازی پسماندهای نوک تیز آلوده نشده با پسماندهای دارویی

پســماندهای نوک تیز تولید شده در مراکز بهداشتی و درمانی که توسط پسماندهای دارویی آلوده شده اند خود به دو دسته زیر تقسیم بندی می شود:

۱) اشیاء نوک تیز آلوده شده با پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک

۲) اشیاء نوک تیز آلوده شده با پسماندهای دارویی غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک

از اشــیاء نوک تیز می توان به ســوزن ســرنگ ها، چاقوهــای جراحی و دیگر ابزارهــای تیغه ای، آمپول های شیشــه ای شکسته شده و تجهیزاتی که برای تزریق استفاده می شود اشاره کرد. بطور کلی می توان گفت اشــیاء نوک تیز، اشــیاء و وســایلی هســتند که باعث بریدن و یا سوراخ شدن می شــوند. سرنگ های حاوی داروها نباید به درون ظروف حاوی اجسام نوک تیز تخلیه شود. ابتدا باید داروی موجود در سرنگ بر اساس اینکه زیر مجموعه کدامیک از داروهای ذکر شده در بالا قرار می گیرد در کانتینر مربوطه تخلیه شــود و ســپس سرنگ آن درون ظروف و کانتینرهایی که برای پســماندهای نوک تیز در نظر گرفته شده است قرار داده شود. جدول ۱-۱۱ تعداد صدمات مربوط به این نوع پسماندها را نشان می دهد.

جدول ۱-۱۱: تعداد موارد صدمات مرتبط با پسماندهای نوک تیز در مراکز بهداشتی درمانی در آمریکا

نوع شغل	تعدا افرادی که در سال به وسیله اجسام تیز و برنده صدمه دیدند.
پرستاران بیمارستان	۱۲۶۰۰ – ۲۲۲۰۰
پرستاران خارج از بیمارستان	۲۸۰۰۰ – ۴۸۰۰۰
کارکنان آزمایشگاه بیمارستان	۸۰۰ – ۷۵۰۰
کارکنان بخش خدمات بیمارستان	۱۱۷۰۰ – ۴۵۳۰۰
تکنسین های بیمارستان	۱۲۲۰۰
پزشکان و دندانپزشکان بیمارستان	۱۰۰ – ۴۰۰
پزشکان خارج از بیمارستان	۵۰۰ – ۱۷۰۰
دندانپزشکان خارج از بیمارستان	۱۰۰ – ۳۰۰
کارکنان فوریت های پزشکی خارج از بیمارستان	۱۲۰۰۰
افراد درگیر در امر جمع آوری پسماند بیمارستانی	۵۰۰ - ۷۳۰۰

پسماندهای نوک تیز آلوده شده با پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک

برای نگهداری و ذخیره سازی اشیاء نوک تیز از قبیل سوزن سرنگ ها، چاقوهای جراحی و غیره... که توســط محصولات سایتوتوکســیک و سایتواستاتیک آلوده شده اند از ظروف یا کانتینرهایی که

برای پســماندهای دارویی سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک بکار می رود، استفاده گردد و برای دفع آنها می توان از روش های مورد تایید مراجع ذیربط استفاده نمود.

ظروف مورد استفاده برای این نوع پسماندها

برای این نوع از پسماندها از ظروف دارای درپوش با رنگ ارغوانی استفاده می شود که بر روی این ظروف از برچســب های نوشته شده توسط مارکرهای مشکی (شــکل۱-۱۱) استفاده می شود که اطلاعات موجود بر روی این برچسب ها به صورت زیر می باشد:

- **پسماندهای نوک تیز آلوده شده توسط پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک**
- **سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک**
- **کدهای مربوط به این نوع پسماندها:**

کد مربوط به استفاده های انسانی ⟶ Human EWC Code = 18 01 08

کد مربوط به استفاده های حیوانی ⟶ Animal EWC Code = 18 02 07

شکل ۱-۱۱: ظرف مورد استفاده برای ذخیره سازی پسماندهای نوک تیز آلوده شده توسط پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک و سایتواستاتیک

پســماندهای نوک تیز آلوده شــده با پســماندهای دارویــی غیرسایتوتوکســیک و غیر سایتواستاتیک

برای نگهداری و ذخیره سازی اشیاء نوک تیزی از قبیل سوزن سرنگ ها، چاقوهای جراحی و... که

توسط محصولات غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک آلوده شده اند از ظروف یا کانتینرهایی که برای پسماندهای دارویی غیرخطرناک بکار می رود استفاده می شود و برای دفع آنها می توان از روشهای مورد تایید مراجع ذیربط استفاده نمود.

ظروف مورد استفاده برای این نوع پسماندها

ظروف مورد استفاده برای این نوع پسماندها دارای درپوش با رنگ زرد می باشد و همچنین بر روی این ظروف از برچسب های نوشته شده توسط مارکرهای مشکی (شکل۱-۱۲) استفاده می شود که اطلاعات موجود بر روی این برچسب ها به صورت زیر می باشد:

- **پسماندهای نوک تیز آلوده شده با پسماندهای دارویی غیرخطرناک**
- **غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک**
- **کد مربوط به این پسماندها:**

کد مربوط به استفاده های انسانی ⟶ Human EWC Code = 18 01 03

کد مربوط به استفاده های حیوانی ⟶ Animal EWC Code = 18 02 03

شکل ۱-۱۲: اشیاء یا پسماندهای نوک تیز آلوده شده توسط پسماندهای دارویی غیرسایتوتوکسیک و غیرسایتواستاتیک

محل قرار گرفتن ظروف نگهداری و ذخیره سازی پسماندهای نوک تیز

در مورد محل قرار گرفتن ظروف نگهداری و ذخیره سازی پسماند باید دقت کافی صورت گیرد. قرارگیری غیراصولی و نامناسب این ظروف ممکن است خطرات زیادی در پیش داشته باشد. در مورد محل قرارگیری این ظروف باید به نکات زیر توجه کافی و دقیق صورت گیرد[۲۱]:

۱) ظروف نگهداری و ذخیره سازی پسماندهای نوک تیز باید در محل تولید در دسترس باشند. زیرا در غیر اینصورت ممکن است حمل این نوع پسماندها برای دفع به ظروف نگهداری و ذخیره سازی که در نزدیکی محل تولید واقع نشده است خود سبب آسیب به شخص حمل کننده و دیگر افراد شود.

۲) این ظروف باید در یک مکان ایمن و به دور از مناطق عمومی (راهروها، حیاط و دیگر مناطق در دسترس عموم) قرار داده شوند. زیرا احتمال برخورد افراد با این ظروف و پخش شدن پسماندهای نوک تیز وجود دارد که ممکن است باعث صدماتی به افراد شود.

۳) آنها نباید بر روی کف زمین قرار داده شوند.

۴) ذخیره سازی ظروف پر شده بعد از جمع آوری توسط شرکت پیمانکاری مربوطه باید در مکان های مشخص شده قرار داده شوند.

۵) لازم به ذکر است، ظروفی که برای ذخیره سازی پسماندهای نوک تیز به کار می روند نباید بالاتر از محل مشخص شده پر شوند.

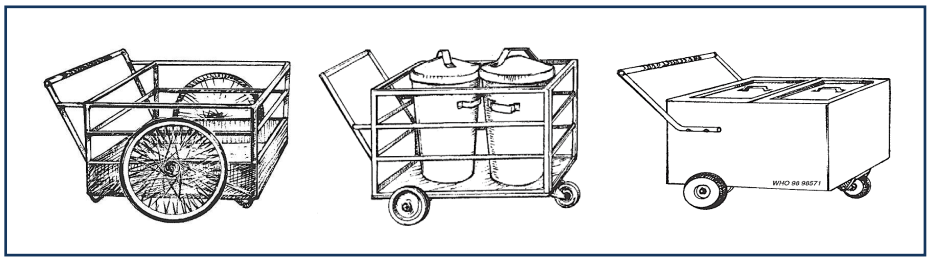
۶-۱۱ حمل و نقل پسماندهای دارویی

پسماند باید ذخیره و از نقطه تولید جمع آوری شود. بعضی اوقات ممکن است نیاز باشد که پسماندهای دارویی از یک نقطه به نقطه ای دیگر و یا جایگاه ذخیره سازی موقت پسماند منتقل شوند. ظروف حاوی پسماندهای دارویی باید در حین پر شدن در وسایل چرخ داری که در شکل ۱-۱۳ آورده شده قرار داده شوند تا بعد از پر شدن راحت تر حمل و نقل شود و بعد از پر شدن تا زمانی که توسط شرکت پیمانکاری مربوطه جمع آوری شود در یک قفسه همانند شکل ۱-۱۴ قرار داده شود[۱۶].

شکل ۱-۱۳: وسایل چرخ دار مورد استفاده برای حمل و نقل و انتقال درون سایت ظروف حاوی پسماند دارویی

شکل ۱-۱۴: قفسه های مورد استفاده برای ذخیره سازی موقت ظروف حاوی پسماندهای دارویی

از وسایل نقلیه چرخ داری که در مراکز بهداشتی درمانی کوچک (۳۰-۱۰ تخت) در کشور تایلند استفاده می شود روش دیگری برای حمل و نقل پسماندهای تولیدی در این مراکز به حساب می آید که نمونه هایی از این ظروف در شکل آورده شده است[۱۶].

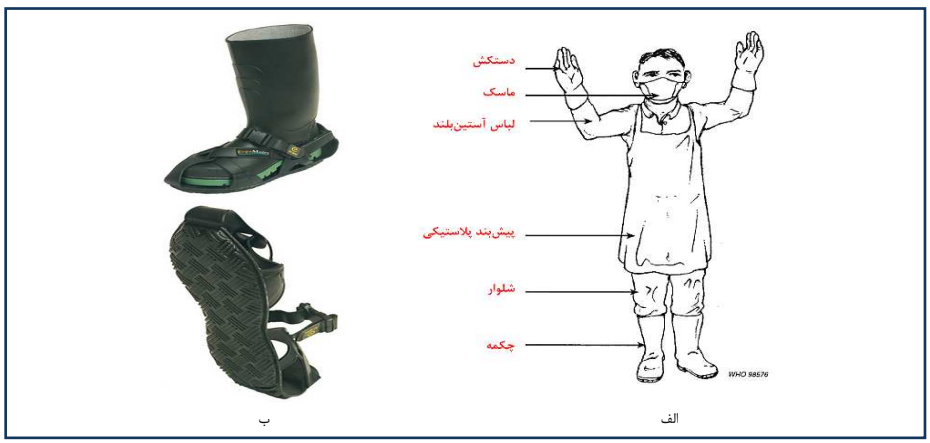


شکل ۱-۱۵: نمونه ای از وسایل چرخ دار مورد استفاده برای مراکز بهداشتی درمانی کوچک

افراد درگیر در امر جمع آوری پسماندهای دارویی باید تمام اصول ایمنی ذکر شده در زیر را به صورت شکل ۱-۱۶، رعایت کنند[۱۶]:

- پوشیدن دستکش
- محافظت از چشم ها
- استفاده از ماسک
- استفاده از لباس آستین بلند
- پوشیدن چکمه
- استفاده از پیش بند پلاستیکی
- پوشیدن شلوار

برای جلوگیری از خطر لیز خوردن از چکمه های نشان داده شده در شکل ۱-۱۶، ب استفاده شود.



شکل ۱-۱۶: وسایل حفاظتی برای افرادی که در امر جمع آوری پسماند دخیل هستند.

افـراد درگیر در امر جمع آوری پسـماندهای دارویـی باید تمام اصول ایمنی ذکر شـده در بالا را رعایـت کننـد خصوصا در مورد داروهای سایتوتوکسـیک که برای چشـم ها و پوسـت خطرناک هسـتند. داروهای سایتوتوکسیک که برای چشم ها و پوست خطرناک هستند به چهار دسته کلی Alkylating agents، Intercalating agents، Vinca alkaloids and derivatives و Epipodophyllotoxims تقسـیم بندی می شوند و در جدول ۱-۱۲ به آنها اشاره شده است. در زمان مدیریت آنها می بایست تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده شود[۱۶].

جدول ۱-۱۲: داروهای سایتوتوکسیک خطرناک برای چشم ها و پوست

داروهای سایتوتوکسیک خطرناک برای چشم ها و پوست	
Alkylating agents	داروهای تاول زا. aclarubicin, chlormethine, cisplatin, mitomycin داروهای محرک. carmustine, cyclophosphamide, dacarbazine, ifosfamide, melphalan, streptozocin, thiotepa
Intercalating agents	داروهای تاول زا. amsacrine, dactinomycin, daunorubicin, doxorubicin epirubicin, pirarubicin, zorubicin داروهای محرک. mitoxantrone
Vinca alkaloids and derivatives	داروهای تاول زا. vinblastine, vincristine, vindesine, vinorelbine
Epipodophyllotoxims	داروهای محرک. teniposide

۱۱-۷ نگهداری و ذخیره سازی در جایگاه موقت

بعد از جمع آوری پسماندها از بخش های مختلف بیمارستان، باید آنها را به جایگاه موقت نگهداری پسـماند در محوطه بیمارسـتان انتقال دهند تا در نهایت ماشـین های مخصوص حمل پسـماند بیمارستانی آنها را به مکان های دفع نهایی منتقل کنند. فاکتورهایی که در مورد نگهداری پسماند باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از[۱۶]:

۱) نوع کانتینر یا ظرف مخصوص نگهداری پسماند

۲) محل قرار دادن کانتینر

۳) روش جمع آوری پسماند

۴) رعایت بهداشت عمومی و عوامل زیبایی شناختی

در برنامه ریزی و مدیریت نگهداری و ذخیره پسـماندها، باید مشـخصات هر یک از انواع پسماندها

بر روی ظروف یا کانتینرهای مخصوص نگهداری آنها مشـخص شـود. علاوه بر آن باید بر اسـاس ویژگی های انواع پسماندهای بیمارستانی از کانتینرهای مناسب استفاده شود. این کانتینرها باید به منظور حفاظت از محیط زیست و حفظ بهداشت و سلامت پرسنل و سایر افراد، از استحکام و دوام کافی نیز برخوردار باشـند. طبق توصیه گروه های فنی کنوانسـیون بازل و نشریه سازمان بهداشت جهانی، جایگاه های ذخیره سازی موقت پسماندهای بیمارستانی باید دارای شرایط زیر باشند:

۱) جایگاه نگهداری موقت پسـماندها باید سرپوشـیده بوده و دارای سیستم تهویه باشد و در برابر گرما نیز محافظت شود.

۲) دیوارها و سقف آن باید صاف و هموار و قابل شستشو باشد.

۳) کف آن باید قابل شستشو، مقاوم در برابر مواد ضدعفونی کننده و مجهز به سیستم فاضلابرو باشد.

۴) دارای یک شیر آب سرد و گرم باشد.

۵) باید غیرقابل دسترس برای حیوانات، حشرات، پرندگان و افراد متفرقه باشد.

۶) امکان دسترسی آسان برای ماشین های جمع آوری پسماند باید وجود داشته باشد و بهتر است درب ورودی به این محل به بیرون بیمارستان باز شود.

۷) باید مجهز به سیستم روشنایی بوده و از تابش مستقیم نور خورشید به دور باشد.

۸) باید به صورت روزانه پس از انتقال پسماندها، شستشو، نظافت و ضدعفونی شود.

۹) فاصله این مکان از بخش های مختلف بیمارستان رعایت شود و در دورترین فاصله از بیمارستان و بخصوص آشپزخانه باشد.

۱۰) مساحت و ابعاد آن متناسب با میزان پسماند تولیدی باشد.

۱۱-۸ روش های دفع پسماندهای دارویی

برای دفع و تصفیه پسماندهای دارویی می توان از روش های خنثی سازی، دفن بهداشتی، کپسوله کردن یا محصورسازی، دفن مطمئن در محل بیمارستان، تخلیه به شبکه های جمع آوری فاضلاب، سوزاندن، تجزیه شیمیایی و برگرداندن به توزیع کننده اولیه استفاده کرد[۱۶].

۱۱-۸-۱ خنثی سازی (Inertization)

در این روش، ابتدا پسـماند با سیمان و دیگر مواد مخلوط می شود و سپس دفن صورت می گیرد. هدف از مخلوط کردن پسـماند با سیمان و دیگر مواد، کاهش دادن سمیت پسماندهای دفن شده

و جلوگیـــری از انتقال آلاینده های دارویی به آب های زیرزمینی و ســـطحی می باشـــد. این روش خصوصا برای خاکســـترهای ناشی از سوزاندن پسماندهای دارویی که حاوی غلظت بالایی از فلزات اســـت بسیار مناسب می باشد که در این مورد به این فرآیند تثبیت سازی هم گفته می شود. برای خنثی سازی پسماندهای دارویی ابتدا باید بسته بندی اطراف داروها حذف شود و سپس با آب، آهک و ســـیمان مخلوط شـــود که این ترکیب، ترکیبی یکنواخت یا هموژن می باشد. برای ذخیره سازی مناسب و انتقال آسان، ترکیب بوجود آمده از فرآیند خنثی سازی در ظروفی با حجم یک مترمکعب ذخیره و به ســـایت دفن بهداشـــتی منتقل می شـــود و عملیات دفن صورت می گیرد و همچنین می توان این ترکیب را بدون اســـتفاده از ظروف و به صورت مایع در ســـایت های دفن بهداشـــتی که برای پســـماندهای شـــهری استفاده می شـــود دفن کرد. ظروفی که برای ذخیره سازی و انتقال ترکیب هموژن و یکنواخت فرآیند خنثی سازی به سایت دفن بهداشتی استفاده می شود از جنس پلی اتیلن با دانسیته بالا یا بشکه های فلزی می باشد. لازم به ذکر است از این روش نمی توان برای مدیریت پسماندهای عفونی و نوک تیز استفاده کرد. برای این فرآیند از ترکیبات زیر و بصورت زیر عمل می شود.

- پسماندهای دارویی ۶۵٪
- آهک ۱۵٪
- سیمان ۱۵٪
- آب ۵٪

این فرآیند، فرآیندی ارزان قیمت و اقتصادی می باشد که می توان آن را بدون استفاده از تجهیزات اضافی بکار برد. برای این فرآیند فقط نیاز به یک غلتک برای خرد کردن و شکســـتن پســـماندهای دارویی و یک همزن برای مخلوط کردن سیمان می باشد. این فرآیند دارای مزایا و معایبی می باشد که در ذیل به آنها اشاره شده است.

مزایا	از لحاظ زیست محیطی عالی است.
	کاهش قابل ملاحظه ای در حجم و وزن پسماندها صورت می گیرد.
	هزینه های سرمایه ای و عملیاتی به نسبت کم می باشد.
	ساده، ارزان و بی خطر است.
معایب	اجرای عملیات مستلزم تکنسین های مجرب است.
	مشکلات بالقوه برای عملیات و نگهداری دستگاه ها (غلتک مورد استفاده برای خرد کردن و شکستن پسماندهای دارویی و همزن مورد استفاده برای مخلوط کردن پسماند دارویی، آهک، سیمان و آب) وجود دارد.

۱۱-۸-۲ دفن بهداشتی

از این روش برای مقادیر کم پسماندهای دارویی استفاده می شود. برای دفن بهداشتی مقادیر کم پسماندهای دارویی تولیدی باید آنها را در مقادیر زیادی از پسماندهای شهری پراکنده و دفن کرد. لازم به ذکر است پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک و narcotic را حتی در مقادیر کم، نباید در سایت های دفن بهداشتی دفن کرد و یا به شبکه های جمع آوری فاضلاب تخلیه کرد. در جداول ۱-۱۳ و ۲-۱۳ به ترتیب فهرستی از برخی از داروهای narcotic (مخدر) همراه با مشتقات آنها و داروهای سایتوتوکسیک ذکر شده است.

جدول ۱-۱۳: فهرست برخی از داروهای narcotic (مخدر)

نام عمومی دارو	ترکیبات یا مشتقات آن
Alfentanil	-
Amidones	Dimethylaminodiphenylbutanonitrile Dipipanone Isomethadone Methadone Normethadone Phenadoxone
Ampromides	Diampromide Phenampromide Propiram
Benzazocines	Phenazocine Metazocine Pentazocine
Benzimidazoles	Clonitazene Etonitazene
Cannabis Sativ	Cannabis resin Cannabis (marihuana) Cannabidiol Cannabinol Pyrahexyl Tetrahydrocannabinol
Carfentanil	-
Coca(Erythroxylon)	Coca leaves Cocaine Ecgonine
Fentanyl	-
Methadols	Acetylmethadol Alphacetylmethadol Alphamethadol Betacetylmethadol Betamethadol Dimepheptanol Noracymethadol

ادامه جدول ۱-۱۳: فهرست برخی از داروهای narcotic (مخدر)

نام عمومی دارو	ترکیبات یا مشتقات آن
Morphinans	Levomethorphan Levorphanol Levophenacylmorphan Norlevorphanol Phenomorphan Racemethorphan Racemorphan
Opium Poppy	Opium Codeine Morphine Thebaine Acetorphine Acetyldihydrocodeine Benzylmorphine Codoxime Etorphine (M-99) Norcodeine Thebacon
Phenalkoxams	Dextropropoxyphene Dimenoxadol Dioxaphetylbutyrate
Thiambutenes	Diethylthiambutene Dimethylthiambutene Ethylmethylthiambutene
Tilidine	-

جدول ۱-۱۴: فهرست برخی از داروهای سایتوتوکسیک

دارو	نام تجاری
Altretamine	Hexalen
Amsacrine (AMSA)	Amsidyl
L-Asparaginase	Leunase
Erwinia Asparaginase	-
Azathioprine	Imuran Azamun Azahexal
Bleomycin (BLEO)	Blenoxane Bleomycin sulfate
Busulfan (BUS)	Myleran
Capecitabine	Xeloda
Carboplatin (PP)	Carboplatin
Carmustine (BCNU)	BiCNU
Chlorambucil (CLB)	Leukeran
Cisplatin (DDP)	Cisplatin

ادامه جدول ۱-۱۴: فهرست برخی از داروهای سایتوتوکسیک

نام تجاری	دارو
Leustatin	Cladribine (2-CDA)
Leunase	Colaspase (L-Asp)
Cycloblastin Endoxan-Asta	Cyclophosphamide (CTX)
Cytarabine	Cytarabine Arabinoside (Ara-C)
Dacarbazine D.T.I.C	Dacarbazine (DTIC)
Cosmegen	Dactinomycin-D (ACT-D)
Daunorubicin	Daunorubicin (DNR)
DaunoXome	Daunorubicin liposomal
Taxotere	Docetaxel (TXT)
Adriamycin Doxorubicin	Doxorubicin (ADR)
Caelyx Doxil	Doxorubicin HCl liposome (DOX-L)
Pharmorubicin	Epirubicin
Estracyt	Estramustine
Etopophos	Etoposide Phosphate
Etoposide Vepesid	Etoposide (VP-16)
Fudr	Floxuridine FUDR
Efudix Fluoroplex Fluorouracil	Fluorouracil (5-FU)
Fludara	Fludarabine (FAMP)
Muphoran	Fotemustine
Cymevene	Ganciclovir
Gemzar	Gemcitabine (GEM)
Hydrea	Hydroxyurea (HU)
Zavedos	Idarubicin (IDA)
Holoxan	Ifosfamide (IFX)
Camptosar	Irinotecan (CPT-11)
CeeNU	Lomustine (CCNU)
Alkeran	Melphalan
Puri-nethol	Mercaptopurine (6MP)
Ledertrexate Methoblastin Methotrexate	Methotrexate (MTX)
Novantrone	Mitozantrone (NOV)
Mitomycin C	Mitomycin-C (MITO)
Mustine hydrochloride	Nitrogen mustard (HN2)
Eloxatin	Oxaliplatin

ادامه جدول ۱-۱۴: فهرست برخی از داروهای سایتوتوکسیک

نام تجاری	دارو
Anzatax Taxol	Paclitaxel (TAX)
Natulan	Procarbazine (PCz)
Tomudex	Raltitrexed
Zanosar	Streptozotocin (STN)
Temodal	Temozolomide
Vumon	Teniposide (VM-26)
Lanvis	Thioguanine (TG)
Thiotepa	Thiotepa (TT)
Hycamtin	Topotecan (TOPO)
Vesanoid	Tretinoin
Valcyte	Valganciclovir
Velbe Vinblastine sulfate	Vinblastine (VLB)
Oncovin Vincristine sulfate	Vincristine (VCR)
Eldisine	Vindesine
Navelbine	Vinorelbine (NVB)

۳-۸-۱۱ کپسوله کردن یا محصورسازی (Encapsulation)

محصورسازی یا کپسوله کردن در واقع فرآیندی است که از نشت سریع مواد شیمیایی جلوگیری می کند. این روش نوعی پیش تصفیه برای پسماندهای ناشی از فعالیت های بهداشتی و درمانی می باشد و تنها با این روش است که می توان پسماندهای ناشی از فعالیت های بهداشتی و درمانی را همراه با پسماندهای شهری در سایت های دفن بهداشتی دفن کرد. پسماندهای جامد، مایع و نیمه جامد را می توان در درام های فلزی (metal drums) کپسوله یا محصورسازی کرد. دفن مقادیر زیاد پسماندهای دارویی توصیه نمی شود مگر ابتدا کپسوله یا محصورسازی شود و سپس دفن صورت گیرد که در این حالت خطر آلودگی آب های زیرزمینی کاهش می یابد. این روش آسان ترین تکنولوژی برای دفن ایمن پسماندهای نوک تیز و برنده توصیه شده است. سوزن ها یا بطورکلی پسماندهای نوک تیز درون ظروف سوراخ دار از جنس پلی اتیلن با دانسیته بالا، درام های فلزی یا بشکه ها جمع آوری می شوند. زمانی که ۷۵ درصد (سه چهارم) از کانتینر یا ظرف پر شد، باید با موادی از قبیل ملات سیمان، ماسه بیتمینوس (bituminous)، فوم های پلاستیکی و یا با خاک رس کانتینر را بطور کامل پر کرد و اجازه داده تا خشک شود و در نهایت کانتینر برای

ذخیره سازی، دفن در سایت دفن بهداشتی و دفن در محل بیمارستان پلمپ یا مهر و موم یا سیل شـود. همچنین از این روش می توان برای پسـماندهای شـیمیایی و دارویی همراه با پسماندهای نوک تیز استفاده کرد. لازم به ذکر است زمانی که سوزاندن عملی نباشد و تخلیه به فاضلابرو توصیه نشود، پسماندهای دارویی باید توسط این روش مدیریت شوند. همچنین پسماندهایی که سوزاندن آنها باعث آزادسازی بخارات فلزی و سمی می شود نباید بدون محصورسازی یا کپسوله کردن دفن شـوند چون باعث آلوده کردن آبهای زیرزمینی می شـوند. از مزایا و معایب این روش می توان به صورت ذیل اشاره کرد.

مزایا	ساده و آسان
	کم هزینه
	علاوه بر پسماندهای نوک تیز، برای پسماندهای دارویی و شیمیایی هم قابل استفاده هستند.
معایب	برای پسماندهای عفونی غیر نوک تیز توصیه نمی شود.

در روش کپسـوله کردن یا محصورسـازی، ابتدا پسـماندها درون ظرفی ریخته شده و سپس یک ماده تثبیت کننده اضافه گردیده و درب ظرف بسـته می شـود. در این روش از قوطی های فلزی و پلاسـتیکی بعنوان ظرف کپسـوله کردن استفاده می شـود. پس از قرار دادن پسماند در ظرف، کپسـوله کردن با استفاده از فوم پلاسـتیک، دوغاب سیمان، گل و... انجام می شود. پس از خشک شـدن ماده تثبیت کننده، درب ظرف بسـته شـده و در محل دفن، دفع می‌گردد. خنثی سـازی اختلاط پسـماند با سـیمان، آهک و آب قبل از دفن اسـت. خنثی سـازی خطر انتشار آلاینده ها در محیط و آلودگی آبهای سـطحی و زیرزمینی را کاهش می‌دهد. این روش برای بی خطرسـازی پسماند شیمیایی، دارویی و خاکستر پسماندسوز بکار برده می شود. مقادیر کم پسماندهای دارویی همراه با اجسام نوک تیز را می توان از طریق محصورسازی دفن کرد.

۴-۸-۱۱ دفن مطمئن در محل بیمارستان (Safe burial on hospital premises)

در این روش گودال هایی به عمق ۲ متر در زمین حفر می شود که می بایست حدود ۱/۵–۱ متر از آن توسـط پسماند پر شـود. بعد از هر بار دفن کردن پسـماند از ۱۵–۱۰ سانتیمتر خاک برای پوشـش دادن پسـماند استفاده می شـود. لازم به ذکر است گودال حفر شـده باید بعد از پوشش نهایی خاک بطور کامل پر شـود تا هیچگونه فرورفتگی در سـطح زمین موجود نباشـد و از جمع

شدن آب ناشی از باران جلوگیری بعمل آید. اگر خاک به میزان کافی در دسترس نباشد می توان از آهک برای پوشیدن سطح پسماند استفاده کرد. در مواردی که عفونت های خاص (ناشی از ویروس ابولا (Ebola virus)) شایع شده باشد باید از خاک و آهک به طور همزمان به عنوان لایه پوششی پسماندها استفاده کرد. لازم به ذکر است باید دسترسی به گودال های دفن پسماند در محل بیمارستان توسط حصار یا دیواری محدود شود و فقط توسط پرسنل مسئول دفن پسماند قابل دسترسی باشد و همچنین حداقل فاصله این محل تا منابع آب و ساختمان های اطراف ۵۰ متر باشد و جهت شیب آن به صورتی باشد که به سمت منابع آب زیرزمینی و سطحی نباشد. شکل ۱-۱۷ نشان دهنده دفن مطمئن در محل بیمارستان است.

شکل ۱-۱۷: دفن مطمئن در محل بیمارستان

نکاتی که در این روش باید به آنها توجه کرد:

۱) نمی توان برای همه پسماندهای بیمارستانی از این روش استفاده کرد و فقط باید برای پسماندهای خطرناک مورد استفاده قرار گیرد.

۲) مقادیر زیاد پسماندهای شیمیایی (بیش از یک کیلوگرم) را نباید به صورت یک دفعه و یکجا دفن کرد و دفن آنها باید در طی چند روز صورت گیرد.

۳) این گودال ها باید همانند یک سایت دفن بهداشتی مدیریت شوند و بعد از دفن کردن پسماند،

باید توسط یک لایه از خاک سطح آن را پوشاند تا از تولید بو و آلودگی های جوندگان و حشرات جلوگیری شود.

این روش دارای مزایا و معایبی هست که در ذیل به آنها اشاره شده است.

مزایا	از انباشته شدن و در دسترس بودن پسماندهای خطرناک جلوگیری می کند.
	کم هزینه بودن
معایب	آلوده شدن احتمالی خاک
	ممکن است بصورت صحیح و اصولی دفن صورت نگیرد.
	تمیز کردن آن مشکل است.

۱۱-۸-۵ تخلیه به سیستم فلاضلابرو شهری

از این روش می توان فقط برای مقادیر متوسطی از داروهای ملایم و خفیف مایع و نیمه مایع استفاده کرد و تخلیه به فاضلابرو زمانی صورت می گیرد که دبی فاضلاب بالا باشد و به هیچ عنوان نمی توان در مناطقی که دبی موجود در سیستم فاضلابرو پایین است از این روش استفاده کرد (لازم به ذکر است زمانی که حداکثر تولید فاضلاب وجود دارد و دبی در شبکه های اصلی جمع آوری فاضلاب بالا می باشد باید عملیات تخلیه را انجام داد. بهترین ساعات برای تخلیه به فاضلابرو را می توان ۱۱-۹ و ۲۰-۱۸ عنوان کرد چون که بیشترین تولید فاضلاب در طول شبانه روز در این ساعات رخ می دهد). داروهایی که در زیر (موارد ۴-۱) به آنها اشاره شده است را می توان قبل از تخلیه به فاضلابرو و شبکه های جمع آوری فاضلاب، در مقادیر زیادی آب رقیق کرد و سپس عملیات تخلیه را انجام داد. لازم به ذکر است از این روش نمی توان برای دفع داروهای اعصاب و آنتی بیوتیک ها استفاده کرد. داروهایی را که می توان با این روش دفع کرد شامل موارد زیر هستند:

۱) ویتامین های محلول

۲) شربت سرفه

۳) حلالهای وریدی (می توان به نمک ها، آمینواسیدها، لیپیدها، و غیره... اشاره کرد.)

۴) قطره های چشمی

۱۱-۸-۶ سوزاندن

برای سوزاندن پسماندهای دارویی باید پسماندها همراه با بسته بندی آنها و برای حصول اطمینان

از سوزاندن بهینه احتمالا همراه با دیگر مواد قابل سوزاندن و پسماندهای عفونی سوزانده می شوند. به علت محدود کردن ورود آلاینده های سمی منتشره به هوا، مقادیر کم پسماندهای دارویی ممکن است همراه با پسماندهای عمومی یا عفونی سوزانده شوند به صورتی که فقط ۱٪ از کل حجم مجموع پسماندهای دارویی، عمومی یا عفونی وارده به پسماند سوز را شامل شود. سوزاندن در دمای پایین که از دمای زیر ۸۰۰ درجه سانتی گراد استفاده می شود به هیچ عنوان برای دفع پسماندهای دارویی توصیه نمی شود مگر اینکه بعد از کوره اول از کوره های با دمای حدود ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد استفاده شود که این کوره ها باعث تخریب گازهای سمی تولیدی می شوند. در حالت ایده آل برای سوزاندن پسماندهای دارویی و همچنین سایر پسماندها، باید از پسماندسوزهایی که برای پسماندهای صنعتی و در دمای بالای ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد بهره برداری می شود استفاده کرد. کوره های سیمان همچنین بطور ویژه ای برای سوزاندن پسماندهای دارویی مناسب هستند، بطوری که در بسیاری از کشورها در کوره های سیمان از پسماندهای دارویی به عنوان یک سوخت مناسب استفاده می شود و بنابراین هزینه های مصرف سوخت را کاهش می دهد. لازم به ذکر است برای آمپول ها نمی توان از روش سوزاندن استفاده کرد چون خطر انفجار وجود دارد که باعث آسیب زدن به دیواره پسماند سوز و افراد می شود. برای دفع آمپول ها از روش محصورسازی یا کپسوله کردن استفاده می شود.

مهمترین نگرانی در مورد استفاده از پسماندسوزها برای دفع پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، انتشار آلاینده های ذره ای و گازی به اتمسفر می باشد. در مورخ ۱۳۸۶/۱۲/۱۹ ضوابط ملی (ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته) استفاده از پسماندسوز برای پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته در مورد استانداردهای راهبری و خروجی ها به تصویب رسید که دارای موارد ارائه شده در زیر می باشد:

۱) استانداردهای راهبری

- راندمان سوزاندن طبق فرمول زیر باید حداقل ۹۹/۵ درصد باشد.

$$\text{راندمان سوزاندن} = \frac{CO_2\%}{CO_2\% + CO\%} \times 100$$

- درجه حرارت اتاقک اولیه باید بیش از ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد باشد.
- زمان ماند گاز در اتاقک ثانویه حداقل ۲ ثانیه در درجه حرارت بیش از ۱۶۰۰ درجه سانتیگراد باشد و حداقل اکسیژن در گاز دودکش (Stack Gas) ۷-۶ درصد باشد.

۲) استانداردهای خروجی

- استانداردهای خروجی (تا زمان تدوین استاندارد ملی) باید مطابق با استاندارد جدول ۱-۱۵ باشد.

جدول ۱-۱۵: استانداردهای خروجی پسماندسوزها

آلاینده های خطرناک هوا	استانداردهای موقت خروجی	
	منابع موجود	منابع جدید
دی اکسین/ فوران	۰/۲ نانوگرم معادل سمیت در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک یا ۰/۴ نانوگرم در ورودی دستگاه کنترل ذرات معلق دارای هوای با دمای کمتر و مساوی ۴۰۰ درجه فارنهایت	۰/۲ نانوگرم معادل سمیت در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک
جیوه	۱۳۰ میکروگرم در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک	۴۵ هر مترمکعب هوای استاندارد خشک
مواد معلق	۳۴ میلی گرم در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک	۳۴ میلی گرم در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک
فلزات نیمه فرار	۲۴۰ میلی گرم در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک	۱۲۰ میلی گرم در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک
فلزات با فراریت کم	۹۷ میلی گرم در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک	۹۷ میلی گرم در هر مترمکعب هوای استاندارد خشک
اسید هیدروکلریک/ گاز کلر	۷۷ ppmv	۲۱ ppmv
هیدروکربن ها	۱۰ ppmv با ۱۰۰ ppmv مونوکسید کربن در خروجی دودکش	۱۰ ppmv با ۱۰۰ ppmv مونوکسید کربن در خروجی دودکش
راندمان انهدام و حذف	برای منابع جدید و موجود، ۹۹/۹۹ درصد برای هر کدام از اجزای آلی خطرناک طراحی شده است.	-

- در پسماندسوزها باید تجهیزات مناسب برای کنترل آلودگی نصب شود.
- امکانات لازم برای ثبت و اندازه گیری و پایش کلیه خروجی های پسماندسوز وجود داشته باشد.
- پسماندهایی که قرار است سوزانده شوند نباید با هیچ ماده گندزدای کلردار گندزدایی شوند.

- ترکیبات هالوژن دار و پلاستیک های کلردار نباید سوزانده شوند.
- پسماندهای حاوی فلزات سنگین نباید سوزانده شوند.
- برای جلوگیری از انفجار نباید ظروف تحت فشار و افشانه ها در داخل پسماندسوز قرار گیرند.
- فلزات سمی در خاکستر حاصل از سوزاندن باید در مقادیر معین (قانونی) و مشخص شده در پسماندهای پزشکی ویژه (استانداردهای بین المللی) باشد.
- مقادیر زیاد پسماندهای شیمیایی واکنش دهنده نباید سوزانده شوند.
- املاح نقره و پسماندهای پرتونگاری و عکاسی نباید سوزانده شود.
- محل نصب پسماند سوز بایستی به تایید سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت بهداشت برسد.

۱۱-۸-۶-۱ سوزاندن در دمای زیاد

نابودی کامل همه ی پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک مستلزم دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد است. پسماندسوزی در دمای کم ممکن است باعث تولید شدن بخارات خطرناک سایتوتوکسیک شود. پسماندسوزهای نوین پیرولیتیک دو اتاقه یا دو محفظه ای به شرطی که دمای آنها به ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد برسد بسیار مناسب و کارآمد می باشد و کمترین مدت زمان ماند گاز در این دما پنج ثانیه باید در نظر گرفته شود. سوزاندن پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک در کوره های گردان که برای تجزیه گرمایی پسماندهای شیمیایی طراحی شده اند مناسب می باشد و همچنین از کوره های سیمان یا از تاسیسات سربسته ای که به طور معمول دارای دمای ۸۵۰ درجه سانتی گراد هستند می توان استفاده کرد. برای سوزاندن پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک، کاربرد پسماندسوزهای مورد استفاده برای پسماندهای شهری، یا پسماندسوزهای تک اتاقه یا تک محفظه ای و یا سوزاندن در فضای باز پیشنهاد نمی شود و کاری بسیار نامناسب به حساب می آید. در جدول ۱-۱۶ حداقل درجه حرارت مورد نیاز برای تخریب پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک که توسط محققان مختلف ذکر شده است را نشان می دهد.

جدول ۱-۱۶: میزان درجه حرارت پیشنهادی برای سوزاندن پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک

ترکیب	درجه حرارت (°C)	ترکیب	درجه حرارت (°C)
Aclarubicin	۱۰۰۰	Etoposide	۱۰۰۰
Amsacrine	> ۲۶۰	5 - Fluorouracil	۱۲۰۰
Bleomycin	۱۰۰۰	Idarubicin	۷۰۰
Carboplatin	۱۰۰۰	Ifosfamide	۱۰۰۰
Carmustine	۱۰۰۰	Melphalan	۵۰۰
Chlormethine (mustine)	۸۰۰	Methotrexate	۱۰۰۰
Cisplatin	۸۰۰	Mithramycin	۱۰۰۰
Cyclophosphamide	۹۰۰	Mitomycin	۱۰۰۰
Cytarabine	۱۰۰۰	Mitoxantrone	۸۰۰
Dacarbazine	۵۰۰	Plicamycin	۱۰۰۰
Dactinomycin	۱۰۰۰	Thiotepa	۸۰۰
Daunorubicin	۸۰۰	Vincristine	۱۰۰۰
Doxorubicin	> ۷۰۰	Vindesine	۱۰۰۰
Epirubicin	۷۰۰	-	-

۱۱-۸-۷ تجزیه شیمیایی

از این روش که ترکیبات دارویی سایتوتوکسیک را به ترکیبات غیرسمی تبدیل می‌کند نه تنها برای پسماندهای دارویی استفاده می شود بلکه برای ظروف ادرار و لباس های حفاظتی و... نیز استفاده می شـود. در این روش از اکسیداسـیون با پرمنگنات پتاسـیم ($KMnO_4$) و یا اسید سولفوریک (H_2SO_4)، نیتروژن زدایی با اسـید هیدروبرمیک (HBr) یا احیاء به وسـیله ی نیکل و آلومینیوم استفاده می شود. پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک که توسط تجزیه شیمیایی می توان مدیریت کرد شامل موارد آورده شده در جدول ۱-۱۷ می باشد.

جدول ۱-۱۷: پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک که توسط تجزیه شیمیایی می توان مدیریت کرد.

Carmustine	Doxorubicin	Semustine
Chlorambucil	Ifosfamide	Spiromustine
Chlormethine	Lomustine	Streptozocin
Chlorozotocin	Melphalan	6-Thioguanine
Cisplatin	6-Mercaptopurine	Uramustine
Cyclophosphamide	Methotrexate	Vincristine sulfate
Daunorubicin	Procarbazine	Vinblastine sulfate
Dichloromethotrexate	1-(2- Chloroethyl)-3-(2,6-dioxo-3-piperidyl)-1-nitrosourea	

برای تجزیه شـیمیایی پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک ذکر شـده در جدول بالا به صورت زیر عمل می شود.

برای تجزیه شیمیایی Daunorubicin و Doxorubicin از اسید سولفوریک و پتاسیم پرمنگنات به صورت زیر استفاده می شود:

• ابتدا ۳۰ میلی گرم از Daunorubicin یا Doxorubicin را در ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۳ مولار حل کرده و سـپس ۱ گرم پتاسـیم پرمنگنات به محلول اضافه کرده و ۲ ساعت به محلول زمان ماند داده تا تجزیه شیمیایی این ترکیبات صورت گرفته و بی خطر شوند.

برای تجزیه شـیمیایی methotrexate و dichloromethotrexate از اسـید سـولفوریک و پتاسیم پرمنگنات به صورت زیر استفاده می شود:

• ابتـدا ۵۰ میلـی گرم از methotrexate و یا ۱۰ میلی گـرم از dichloromethotrexate را در ۱۰ میلی لیتر اسیدسـولفوریک ۳ مولار حل کرده و سـپس ۰/۵ گرم پتاسیم پرمنگنات به محلول اضافه کرده و ۱ سـاعت به محلول زمان ماند داده تا تجزیه شـیمیایی این ترکیبات صورت گرفته و بی خطر شوند.

برای تجزیه شـیمیایی methotrexate توسـط پتاسـیم پرمنگنات محلول بـه صورت زیر عمل می شود:

• ابتدا ۵۰ میلی گرم از methotrexate را در ۵۰ میلی لیتر محلول سـدیم هیدروکسـید ۴ گرم در ۱۰۰ میلـی لیتـر حـل کرده و سـپس ۵/۵ میلی لیتر پتاسـیم پرمنگنات محلـول ۱ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر را به محلول اضافه کرده و ۳۰ دقیقه به محلول زمان ماند داده تا تجزیه شـیمیایی صورت گرفته و بی خطر شود.

برای تجزیه شـیمیایی methotrexate توسـط محلول سـدیم هیپوکلریت به صورت زیر عمل می شود:

• ابتـدا ۵۰ میلی گرم از methotrexate را در ۱۰۰ میلی لیتر محلول سـدیم هیپوکلریت ۴ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر حل کرده و سپس ۴/۶ میلی لیتر محلول سدیم هیپوکلریت ۵ درصد به محلول اضافه کرده و ۳۰ دقیقه به محلول زمان ماند داده تا تجزیه شیمیایی صورت گرفته و بی خطر شود.

برای تجزیـه شـیمیایی cyclophosphamide و ifosfamide از هیدرولیز قلیایی در حضور dimethylformamide به صورت زیر عمل می شود:

• ابتـدا ۱۰۰ میلـی گـرم از cyclophosphamide یـا ifosfamide را در ۲۰ میلـی لیتـر از

dimethylformamide حل کرده و سپس ۱۰ میلی لیتر سدیم هیدروکسید ۱۲ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر را به محلول اضافه کرده و ۴ ساعت عملیات تبخیر و میعان محلول مورد نظر را انجام داده تا این ترکیبات از بین رفته و بی خطر شوند.

برای تجزیه شیمیایی vincristine sulfate و vinblastine sulfate از سولفوریک اسید و پتاسیم پرمنگنات به صورت زیر استفاده می شود:

• ابتدا ۱۰ میلی گرم از vincristine sulfate یا vinblastine sulfate را در ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۳ مولار حل کرده و سپس ۰/۵ گرم پتاسیم پرمنگنات به محلول اضافه کرده و ۲ ساعت به محلول زمان ماند داده تا تجزیه شیمیایی صورت گرفته و بی خطر شوند.

برای تجزیه شیمیایی 6-tioguanine و 6-mercaptopurine از سولفوریک اسید و پتاسیم پرمنگنات به صورت زیر استفاده می شود:

• ابتدا ۱۸ میلی گرم 6-tioguanine یا 6-mercaptopurine را در ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۳ مولار حل کرده و سپس ۰/۱۳ گرم پتاسیم پرمنگنات را به محلول اضافه کرده و ۱۲–۱۰ ساعت به محلول زمان ماند داده تا تجزیه شیمیایی صورت گرفته و بی خطر شوند.

برای تجزیه شیمیایی cisplatin از پودر روی به صورت زیر استفاده می شود:

• ابتدا ۳۰ میلی گرم cisplatin را در ۵۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۲ مولار حل کرده و سپس ۱/۵ گرم پودر روی به محلول اضافه کرده و ۱۲–۱۰ ساعت به ترکیب مورد نظر زمان ماند داده تا تجزیه شیمیایی صورت گرفته و بی خطر شود. همچنین برای تخریب cisplatin می توان از واکنش دادن آن با sodium diethyldithiocarbamate استفاده کرد.

برای تجزیه شیمیایی procarbazine در پسماندهای آزمایشگاه ها از اسید سولفوریک و پتاسیم پرمنگنات به صورت زیر استفاده می شود:

• ۲۵ میلی گرم از procarbazine توسط محلول اسید سولفوریک ۳ مولار حاوی ۵ میلی لیتر پتاسیم پرمنگنات ۰/۳ مولار در مدت زمان ۱۶ ساعت تخریب می شود.

برای تجزیه شیمیایی داروهای سایتواستاتیک در پسماندهای بیمارستانی در کشورهای فرانسه و ایالات متحده آمریکا از محلول های آماده و رقیق کننده ها استفاده می شود که به صورت جدول ۱-۱۸ آورده شده است.

جدول ۱-۱۸: روشهای تجزیه شیمیایی برای پسماندهای دارویی سایتواستاتیک

نام دارو	محلول های مورد استفاده جهت تجزیه شیمیایی		غلظت نهایی دارو در محلول استفاده شده	
	فرانسه	آمریکا	فرانسه	آمریکا
Aclarubicin ۲۰ میلی گرم	نمک ۰/۹ درصد	-	۴ میلی گرم در میلی لیتر	-
Amsacrine ۷۵ میلی گرم (حاوی ۱/۵ میلی لیتر دی متیل استامید)	۱۳/۵ میلی لیتر آب+۴۲/۹۳ میلی گرم لاکتیک اسد	آب	۵ میلی گرم در میلی لیتر	۵ میلی گرم در میلی لیتر
Asparaginase	۲/۵ میلی لیتر آب + ۴۸/۶ میلی گرم گلیسین	آب	۴۰۰۰u/ml	۵۰۰۰u/ml
Azathioprine	پودرهای لاکتوز+نشاسته +استریک اسید+منیزیم استرات (magnesium stearate)	آب	-	۱۰ میلی گرم در میلی لیتر
Bleomycin ۱۵ میلی گرم	۵ میلی لیتر نمک ۰/۹ درصد	آب	۳ u/ml	۳ u/ml
Carboplatin	آب	آب	۱۰ میلی گرم در لیتر	۱۰ میلی گرم در لیتر
Carmustine ۱۰۰ میلی گرم	۳ میلی لیتر اتانول + ۲۷ میلی لیتر آب	آب	۳/۳ میلی گرم در میلی لیتر	۳۳/۳ میلی گرم در میلی لیتر
Chlormethine (mustine)	فورمولاسیون حاوی ۲ میلی لیتر اتیلن گلیکول	آب	۵ میلی گرم در میلی لیتر	۱ میلی گرم در میلی لیتر
Cisplatin	مانیتول+نمک HCl+۱۰ درصد (pH مساوی ۴ لازم می باشد.)	آب	۱ میلی گرم در میلی لیتر	۱ میلی گرم در میلی لیتر
Cyclophosphamide	نمک ۰/۹ درصد	آب	۲۰ میلی گرم در میلی لیتر	۲۰ میلی گرم در میلی لیتر
Cytarabine	آب+متیل پی هیدروکسی بنزوات	آب	۲۰ میلی گرم در میلی لیتر	۲۰ میلی گرم در میلی لیتر
Dacarbazine 100mg + citric acid 100mg + mannitol 50mg	۱۰ میلی لیتر آب	آب	۱۰ میلی گرم در میلی لیتر	۱۰ میلی گرم در میلی لیتر
Daunorubicin 20mg + mannito	آب	آب	۵ میلی گرم در میلی لیتر	۵ میلی گرم در میلی لیتر
Doxorubicin 10mg +	آب	آب	۲ میلی گرم در	۵ میلی گرم در

ادامه جدول ۱-۱۸: روشهای تجزیه شیمیایی برای پسماندهای دارویی سایتواستاتیک

نام دارو	محلول های مورد استفاده جهت تجزیه شیمیایی		غلظت نهایی دارو در محلول استفاده شده	
	فرانسه	آمریکا	فرانسه	آمریکا
lactose 5mg			میلی لیتر	میلی لیتر
Epirubicin 10mg + lactose	آب یا نمک ۰/۹ درصد	-	۲ میلی گرم در میلی لیتر	-
Etoposide 20mg + citric acid, 2mg + benzyl alcohol 30mg + polysorbate 80/Tween 8'0, 80mg + PEG 300, 650mg + alcohol 30.5% pH=3–4	-	-	۲۰ میلی گرم در میلی لیتر	۵ میلی گرم در میلی لیتر
Floxuridine	هیچ ماده تجاری در دسترس نیست.	آب	-	۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر
Fludarabine	آب	آب	۲۵ میلی گرم در میلی لیتر	۱۰ میلی گرم در میلی لیتر
5-Fluorouracil	آبی که pH آن بین ۸/۶–۹/۴ تنظیم شده است.	آبی که pH آن بین ۸/۶–۹/۴ تنظیم شده است.	۵۰ میلی گرم در میلی لیتر	۵۰ میلی گرم در میلی لیتر
Idarubicin 5mg + lactose 50mg	آب یا نمک ۰/۹ درصد	آب	۱ میلی گرم در میلی لیتر	۱ میلی گرم در میلی لیتر
Ifosfamide	آب	آب	۷۱/۴ میلی گرم در میلی لیتر	۵۰ میلی گرم در میلی لیتر
6-Mercaptopurine با تجویز دهانی	-	آب	-	۱۰ میلی گرم در میلی لیتر
Methotrexate	آب+متیل پی هسدروکسی بنزوات+پروپیل پی هیدروکسی بنزوات	آب	۲/۵ میلی گرم در میلی لیتر	۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر
Pirarubicin 10 mg + HCl + NaOH 0.2 1 mol/litre mol/litre + lactose	۵ میلی لیتر آب	-	۲ میلی گرم در میلی لیتر	-
Streptozocin 1g + citric acid 220mg	۹/۵ میلی لیتر نمک ۰/۹ درصد یا گلوکز ۵ درصد	آب	۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر	۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر
Thiotepa 10mg حاوی نمک و سدیم بی‌کربنات	آب	آب	۵ میلی گرم در میلی لیتر	۱۰ میلی گرم در میلی لیتر

ادامه جدول ۱-۱۸: روشهای تجزیه شیمیایی برای پسماندهای دارویی سایتواستاتیک

نام دارو	محلول های مورد استفاده جهت تجزیه شیمیایی		غلظت نهایی دارو در محلول استفاده شده	
	فرانسه	آمریکا	فرانسه	آمریکا
Vinblastine sulfate 10mg	نمک ۰/۹ درصد یا گلوکز ۵ درصد	آبی که pH آن توسط ۹ میلی گرم نمک و ۱ میلی لیتر بنزیل الکل ۰/۹ درصد بین ۵-۳/۵ تنظیم شده باشد.	۱ میلی گرم در میلی لیتر	۱ میلی گرم در میلی لیتر
Vincristine sulfate 1mg + methylp-hydroxybenzoate p- 1.275mg + propyl hydroxybenzoate 0.225mg + acetic acid 0.2mol/litre	۱ میلی لیتر آب	۱ میلی لیتر آبی که pH آن توسط ۱/۳ گرم methylparaben بین ۵-۳/۵ تنظیم شده باشد.	۱ میلی گرم در میلی لیتر	۱ میلی گرم در میلی لیتر
Vindesine sulfate 1mg + mannitol 5mg	آب	-	۰/۲۵ میلی گرم در میلی لیتر	-
Vinorelbine sulfate 10mg	آب	-	۱۰ میلی گرم در میلی لیتر	-

برای تجزیه شیمیایی داروهای سایتواستاتیک از سدیم هیپوکلریت، هیدروژن پراکسید و ترکیبات فنتون اســتفاده شده است که نتایج تاثیر آنها در جدول ۱-۱۹ آورده شده است (لازم به ذکر است بعد از فرآیند تجزیه شیمیایی داروهای سایتواستاتیک، این داروها به پسماندهای بی خطر و عادی تبدیــل می شــوند و می توان آنها را به شــبکه جمع آوری فاضلاب تخلیه کرد یا در ســایت دفن بهداشتی دفع کرد).

جدول۱ -۱۹: نتایج تاثیر تجزیه شیمیایی داروهای سایتواستاتیک

نام دارو	تخریب توسط سدیم هیپوکلریت	تخریب توسط هیدروژن پراکسید	تخریب توسط ترکیبات فنتون
Aclarubicin	+	–	+
Amsacrine	+	–	+
Asparaginase	+	+	+
Azathioprine	+	–	+
Bleomycin, 10mg/ml	+	–	+/–*
Carboplatin	+	+	آزمایش نشده است.
.Carmustine			
۱ ساعت	+	+	+
۴ ساعت	+	+	آزمایش نشده است.
Chlormethine (mustine)	+	–	–
Cisplatin	+	+	+
Cyclophosphamide	+	+	+
Cytarabine	+	+	+
Dacarbazine, 10mg/ml	+	–	+/–*
Dacarbazine, 4mg/ml	+	آزمایش نشده است.	+
Daunorubicin	+	–	+
Doxorubicin	+	–	+
Epirubicin	+	+	+
Etoposide	+	–	+
Floxuridine	+	+	+
Fludarabine	+	+	+
5-Fluorouracil	+	+	+
Idarubicin	+	–	+
Ifosfamide	+	+	+
Lomustine 5mg/ml.			
۱ ساعت	+	+	+/–‡
۴ ساعت	+	+	آزمایش انجام نشده است.
Lomustine 1mg/ml.			
۱ ساعت	+	+	+
۴ ساعت	+	+	آزمایش انجام نشده است.
6-Mercaptopurine	+	+	+

ادامه جدول۱ -۱۹: نتایج تاثیر تجزیه شیمیایی داروهای سایتواستاتیک

نام دارو	تخریب توسط سدیم هیپوکلریت	تخریب توسط هیدروژن پراکسید	تخریب توسط ترکیبات فنتون
Methotrexate	+	+	+
Pirarubicin	+	+	+
Streptozocin.	+	+	+
NaCl, 0.9%	+	+	†−/+
glucose, 5%	+	+	
Teniposide	+	−	+
Thiotepa	+	+	+
Vinblastine sulfate	+	+	+
Vincristine sulfate	+	−	+
Vindesine sulfate	+	−	+
Vinorelbine sulfate	+	−	+

★ بعد از تخریب هنوز ۱/۴۸ درصد از آن باقیمانده است.
※ بعد از تخریب هنوز ۰/۰۴ درصد از آن باقیمانده است.
‡ بعد از تخریب هنوز ۱/۲۲ درصد از آن باقیمانده است.
† بعد از تخریب هنوز ۰/۷ درصد از آن باقیمانده است.

۱۱-۸-۸ بازگرداندن به توزیع کننده اولیه

مقادیر زیاد داروهای منسوخ و یا منقضی ذخیره شده در بخشهای مختلف بیمارستان باید برای دفع به داروخانه بیمارستان برگردانده شود. دیگر پسماندهای دارویی تولید شده در این سطح از قبیل داروهای آلوده شده نباید به داروخانه برگردانده شود چون ممکن است باعث آلودگی داروخانه و داروهای موجود در داروخانه شود بلکه باید در نقطه تولید بطور صحیح و درست در ظروف دفع شود. از این روش همانند تجزیه شیمیایی و سوزاندن در دمای زیاد می توان برای پسماندهای دارویی سایتوتوکسیک که به شدت خطرناکند و هرگز نباید در سایت های دفن بهداشتی دفن شوند و یا به درون شبکه فاضلابرو تخلیه شوند روشی مناسب و موثر قلمداد می شود. در این روش داروهای تاریخ مصرف گذشته ای که بسته بندی آنها سالم و مطمئن باشد و همچنین دیگر داروهایی که مورد نیاز نیستند باید به توزیع کننده برگردانده می شود. این گزینه در حال حاضر گزینه ی ترجیحی در کشورهایی است که تسهیلات پسماندسوزی ندارند. داروهایی که بسته بندی آنها باز شده است باید دوباره بسته بندی شوند، به صورتی که حتی المقدور مشابه بسته بندی اولیه آنها باشد و در نهایت باید بر روی آنها ذکر شود که تاریخ گذشته یا غیرقابل مصرف هستند.

۱۱-۹ برخی از اقدامات بهداشتی در حوادث مرتبط با پسماندهای بهداشتی درمانی

برخی از اقدامات بهداشتی در حوادث مرتبط با پسماندهای بهداشتی درمانی به شرح زیر است:

۱) ارائه کمکهای اولیه (نظیر شستشوی زخم و پوست و پانسمان و شستشوی چشم با مقدار زیادی آب تمیز). در مواردی که حادثه، ایجاد جراحت با پسماند نوک تیز و برنده از جمله سرنگ است، طبق دستورالعمل وزارت بهداشت اقدام لازم صورت پذیرد.

۲) گزارش حوادث به افراد مسئول

۳) انجام مراقبتهای بهداشتی و پزشکی تکمیلی

۴) ثبت سوابق حوادث

۵) بررسی و مطالعه حادثه برای تعیین علل بروز آن و انجام اقدامات اصلاحی برای جلوگیری از بروز حوادث مشابه در مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی

یکی دیگر از مهمترین حوادث مرتبط با مدیریت پسماندهای بهداشتی درمانی، ریخت و پاش پسماند خطرناک در محیط است. در چنین مواردی اقدامات زیر باید انجام شود:

۱) محل آلوده شده باید نظافت شده و در صورت نیاز گندزدایی گردد.

۲) باید تماس افراد نظافت چی با پسماند خطرناک حین فعالیت کاهش یابد.

۳) پسماند خطرناک باید در کوتاهترین زمان بنحوی از بین برده شود که تماس کادر درمانی، بیماران و سایر کارکنان با پسماند به حداقل ممکن کاهش یابد.

۴) نوع پسماند خطرناک ریخته شده مشخص شود تا در صورت نیاز محل تخلیه گردد.

۵) برای تمیز کردن، عمل نظافت باید با دقت و با رعایت ملاحظات ایمنی صورت گیرد و در حین نظافت از ابزار کار و تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده گردد.

۱۱-۱۰ دستورالعمل پاکسازی در حوادث ریخت و پاش پسماند خطرناک

دستورالعمل پاکسازی در حوادث ریخت و پاش پسماند خطرناک به شرح زیر ارائه می شود:

۱) تخلیه محل آلوده شده

۲) شستشوی پوست و چشم افراد تماس یافته

۳) گزارش حادثه به کارشناس بهداشت محیط برای سازماندهی عملیات

۴) تعیین نوع مواد پخش شده

۵) ارائه کمکهای اولیه و مراقبتهای بهداشتی درمانی به افراد آسیب دیده

۶) حفاظت از منطقه آلوده شده به منظور جلوگیری از تماس سایر افراد
۷) تهیه لباس کار و تجهیزات حفاظت فردی برای کادر خدماتی
۸) جلوگیری از انتشار آلودگی
۹) بی خطرسازی و گندزدایی مواد پخش شده (در صورت نیاز)
۱۰) جمع آوری مواد پخش شده. پسماند نوک تیز و برنده هرگز نباید با دست برداشته شود. برای جمع آوری این مواد باید از برس، طی، جارو و خاک انداز استفاده شود. مواد جمع آوری شده باید در ظروف و کیسه های مناسب قرار گیرند.
۱۱) آلودگی زدایی، گندزدایی و خشک کردن محل با دستمال. آلودگی زدایی و گندزدایی باید از محلهای با آلودگی کم شروع شده و سپس در محلهای با آلودگی بیشتر ادامه یابد و در هر مرحله دستمالهای مورد استفاده تعویض شود. اگر مواد ریخته شده مایع باشد، از دستمال خشک و در صورتی که جامد باشد، از دستمال مرطوب برای پاک کردن محیط استفاده می شود.
۱۲) آلودگی زدایی، پاک کردن و گندزدایی وسایل استفاده شده
۱۳) تعویض لباس کار و تجهیزات حفاظت فردی، شستشو و گندزدایی آنها
۱۴) در مواردی که کادر خدماتی در حین فعالیت با مواد خطرناک تماس یافته باشد، ابتدا باید کمکهای اولیه و سپس مراقبتهای درمانی انجام شود.

۱۱-۱۱ گزارش دهی حوادث

حوادث مربوط به مدیریت پسماندهای بهداشتی درمانی عبارتند از ریخت و پاش پسماند و مواد خطرناک در محیط، ایجاد جراحت با پسماند نوک تیز و برنده، آسیب دیدگی ظروف نگهداری پسماند و جداسازی نامناسب پسماند. این حوادث باید به کارشناس بهداشت محیط گزارش شود.
گزارش حوادث مربوط به مدیریت پسماند باید حاوی مطالب زیر باشد:
۱) نوع حادثه
۲) زمان و مکان رخداد حادثه
۳) افراد مسئول حادثه
۴) سایر توضیحات و جزئیات لازم
۵) کارشناس بهداشت محیط باید علل بروز حوادث را بررسی کرده و روشهای پیشگیری از حوادث مشابه در آینده را ارائه دهد.

۶) حوادث مذکور، اقدامات اصلاحی انجام شـده، بررسـی های صورت گرفته و روشهای پیشگیری باید ثبت گردد.

۱۱-۱۲ برنامه آموزش مدیریت پسماند بهداشتی درمانی برای کارکنان

برای اجرای دقیق و کامل برنامه مدیریت پسـماند در مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی، باید برنامه آموزش مدیریت پسماند برای کلیه کارکنان تهیه و اجرا شود. هدف کلی برنامه آموزش مدیریت پسـماند بهداشـتی درمانی برای کارکنان، بالا بردن سـطح آگاهی آنها در زمینه خطرات بهداشتی و زیست محیطی پسماند بهداشتی درمانی و تبیین وظیفه آنها در برنامه مدیریت پسماند اسـت. کلیه کارکنان از پزشـکان متخصص و عالی رتبه تا کادر خدماتی و نظافت چی باید متقاعد شـوند که مدیریت اصولی و ایمن پسماند بهداشتی درمانی ضامن حفظ سلامتی آنها و عموم مردم بـوده و بـه آگاهی و آموزش در این زمینه نیاز دارند. این عقیده انگیزه آنها را برای مشـارکت فعال در برنامه های آموزش و همکاری مؤثر در اجرای برنامه مدیریت پسـماند بهداشتی درمانی افزایش می دهد. چهار گروه هدف برای آموزش کارکنان به شرح زیر تعریف شده و برای آنها برنامه آموزش مدیریت پسماند بهداشتی درمانی جداگانه تنظیم می شود.

۱) مدیران مرکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی و کارشناسان مسئول اجرای برنامه مدیریت پسماند بهداشتی درمانی

۲) پزشکان

۳) پرستاران و بهیاران

۴) نظافت چی ها، کادر خدماتی (داخل مرکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی) و متصدیان و کارگران مدیریت پسماند نظیر کارکنان شاغل در حمل و نقل، بی خطرسازی و دفع پسماند (خارج از مرکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی)

اجرای برنامه های آموزشـی در تمام گروههای هدف اهیمت یکسـانی دارد، چراکه تمام گروههای تعریف شده نقش و وظیفه مهمی در مدیریت پسماند بهداشتی درمانی دارند. برای آموزش مدیریت پسـماند بهداشـتی درمانی می توان یک برنامه کلی تدوین نمود و در آن برای هر یک از گروههای هدف با توجه به نیاز و وظیفه تعریف شده در مدیریت پسماند، مطالب ویژه ای گنجانید. همچنین برای هر یک از گروههای هدف با توجه به سـطح دانش و جایگاه شـغلی می توان از شـیوه ها و دوره های آموزشـی متفاوت بهره برد. کلیه برنامه های آموزش مدیریت پسماند بهتر است بصورت

کارگاهی همراه با کار عملی اجرا شود و در پایان دوره ارزشیابی صورت پذیرد. حداکثر تعداد شرکت کننده در هر دوره آموزشی باید محدود به ۳۰-۲۰ نفر باشد، زیرا برگزاری دوره آموزشی برای گروههای بزرگتر انجام بحث و گفتگو و کار عملی را با مشکل مواجه می کند.

۱۱-۱۲-۱ برخی توصیه ها برای آموزش کارکنان مراکز بهداشتی درمانی

برای این گروه از پرسنل، آموزش شیوه صحیح جداسازی پسماند اهمیت بالایی دارد. سایر مواردی که در برنامه آموزش مدیریت پسماند برای کارکنان ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد، به شرح زیر می باشند:

۱) در صورتی که در جداسازی پسماند اشتباهی صورت گیرد، به هیچ عنوان فرد نباید برای جبران اشتباه در کیسه پسماند دست ببرد.

۲) اگر به اشتباه پسماند خطرناک در کیسه پسماند غیرخطرناک قرار گیرد، کل پسماند خطرناک تلقی می شود.

۳) باید توجه شود که در مرکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی به تعداد کافی انواع ظروف پسماند و ذخیره کافی از انواع مختلف کیسه پسماند وجود داشته باشد.

۱۱-۱۲-۲ برخی توصیه ها برای آموزش کادر خدماتی

برای این گروه از پرسنل، رعایت نکات ایمنی در جابجایی و جمع آوری پسماند از اهمیت بالایی برخوردار است. سایر مواردی که در برنامه آموزش مدیریت پسماند کادر خدماتی باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد، به شرح زیر می باشند:

۱) استفاده از لباس کار و وسایل حفاظت فردی نقش مهمی در حفظ بهداشت و سلامت کادر خدماتی و کارگران شاغل در مدیریت پسماند دارد.

۲) سالم و آب بند بودن کیسه ها و ظروف نگهداری پسماند باید بررسی شود.

۳) کیسه های پسماند که آب بند، دربسته و برچسب دار نیستند، نباید جمع آوری شوند تا اشکالات مربوطه برطرف شود.

۴) حتی المقدور برای جابجایی کیسه های پسماند باید از چرخ دستی استفاده شود.

۵) برای حمل دستی کیسه های پسماند باید قسمت بالایی آن در دست گرفته شود و پس از حمل با احتیاط و آهسته بصورت عمودی بر روی زمین قرار گیرد تا در صورت لزوم برای حمل دستی

مجدد آن مشکلی ایجاد نشود.

۶) در زمان حمل دستی کیسه پسماند، حداکثر دو کیسه حمل گردد و فرد حامل دقت نماید که کیسه پسماند با بدنش تماس نیابد.

۷) پس از پایان عملیات حمل، سالم و آب بند بودن کیسه های پسماند باید مجدداً کنترل شود.

۸) برای حمل ظروف نگهداری پسماند نوک تیز و برنده باید از دستگیره آن استفاده شود و دست دیگر در زیر آن قرار نگیرد (ممانعت از جراحت در صورت سوراخ شدگی احتمالی).

۹) کیسه های پسماند خطرناک نباید با کیسه های پسماند غیرخطرناک اختلاط یابد و در محل نگهداری مرکزی در اتاقکهای جداگانه ای قرار گیرند.

۱۰) بعد از رخداد حادثه ریخت و پاش مواد و پسماند، حادثه باید به کارشناس بهداشت محیط گزارش شود و عملیات پاکسازی و گندزدایی سریعاً انجام گردد.

۳-۱۲-۱۱ برنامه آموزش مدیریت پسماند بهداشتی درمانی برای عموم مردم

بیماران، بازدید کنندگان و عیادت کنندگان در مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی در معرض تماس با پسماند بهداشتی درمانی قرار دارند. همچنین در زمان بروز حوادث ریخت و پاش پسماند در محیط، مردم در معرض تماس با پسماند بهداشتی درمانی قرار می گیرند. پسماندگردها نیز در معرض تماس بالایی با پسماند بهداشتی درمانی هستند. بطور کلی اهداف برنامه آموزش مدیریت پسماند بهداشتی درمانی برای عموم مردم به شرح زیر است:

۱) بالا بردن سطح آگاهی مردم در زمینه خطرات پسماند بهداشتی درمانی

۲) کاهش تماس مردم با پسماند بهداشتی درمانی و کاهش خطرات مرتبط

۳) ایجاد مسئولیت در مردم در زمینه مدیریت پسماند بهداشتی درمانی. آموزش موجب می شود که مردم در زمینه مدیریت پسماند بهداشتی درمانی احساس مسئولیت کرده، در حفظ بهداشت و نظافت محیط کوشا بوده و پسماند تولیدی خود را در ظروف مناسب قرار دهند(۲).

جدول ۱-۲۰: فرم گزارش دهی پسماندهای شیمیایی دارویی

نام سازمان مسول نظارت بر مدیریت پسماند آدرس و تلفن سازمان مذکور	شماره سریال
فرم گزارش دهی پسماند شیمیایی و دارویی	
مشخصات موسسه تولید کننده	۱- محل تولید پسماند مشروحه..... ۲- نام و نام خانوادگی ناظر..... ۳- آدرس و شماره تلفن..... ۴- تاریخ تولید..... ۵- امضاء .....
توصیف پسماند تولیدی	۱- توصیف کلی و خصوصیات فیزیکی پسماند..... ۲- ترکیبات شیمیایی و حداکثر غلظت..... ۳- مقدار پسماند، اندازه، نوع و تعداد ظروف ۴- فرآیندهای تولید پسماند
گواهی حمل کننده	اینجانب ..... این محموله پسماند را در تاریخ.....ساعت..... بارگیری کرده ام و اطلاعات ذکر شده را تایید می کنم. نام و نام خانوادگی..... تلفن..... شماره وسیله نقلیه..... آدرس..... تاریخ..... امضاء
گواهی تولیدکننده	اینجانب.....اطلاعات ذکر شده را تایید می کنم و در مورد اقدامات احتیاطی به حمل کننده هشدار داده ام. نام و نام خانوادگی..... تاریخ..... تلفن..... امضاء.....
گواهی دفع‌کننده	بر طبق جواز دفع پسماند شماره.....صادر شده توسط.....این مرکز اجازه تصفیه و دفع پسماند مشروحه را دارد. نام و آدرس مرکز تصفیه و دفع..... شماره وسیله نقلیه حمل کننده..... تاریخ و ساعت تحویل محموله..... نام و نام خانوادگی..... امضاء..... از طرف..... سمت.....
توضیحات	

مراجع

1. A. PrŸss, E.G., P. Rushbrook, *Safe management of wastes from health-care activities*. 2013.

۲. مرکز سلامت محیط کار؛ پژوهشکده محیط زیست. راهنمای سر فصل ها و محتوای برنامه آموزش مدیریت پسماند پزشکی، ۱۳۹۱.

3. Atlanta, G., *GUIDELINES FOR CHEMICAL WASTE MANAGEMENT IN LABORATORIES* 2012, university EMORY. environmental health and safety office. 16.

4. all, P.R.a.e., *Safe management of wastes from health-care activities*. WHO. 1999. WHO.

۵. نوری سپهر. مدیریت نگهداری و انتقال پسماند شیمیایی. سومین همایش ملی مدیریت پسماند، ۱۳۸۶.

6. Paix, a.d.l., *medical waste management*. ICRC. 2011, ICRC. International Committee of the Red Cross.

7. G.Tchobanoglous, *Handbook of solid waste managment*. Second Edition. 2002. McGRAW-HILL.

8. Oliver N.C. St Quintin, P.E.E.I.L., *Hazardous Waste Legislation Guide* June 2005

9. WHO, *Handling, storage, and transportation of health-care waste*. 2013.

10. Safety, E.H.R., *laboratory chemical waste management guideline*, in *guideline*, g.f.c. waste, Editor. 2011, university of Pennsylvania. university of Pennsylvania.

11. OSHA, *Gguideline for chemical waste*. Vol. 55. 2012, OSHA. OSHA.

12. Jang, Y.-C., et al., *Medical waste management in Korea.* Journal of Environmental Management, 2006. **80**(2). p. 107-115.

13. Mohee, R., *Medical wastes characterisation in healthcare institutions in Mauritius.* Waste management, 2005. **25**(6). p. 575-581.

14. Marinković, N., et al., *Management of hazardous medical waste in Croatia.* Waste management, 2008. **28**(6). p. 1049-1056.

15. Pohanish, R.P., *Sittig's handbook of toxic and hazardous chemicals and carcinogens*. 2008. William Andrew.

16. A. PrŸss, E.G., P. Rushbrook, *Safe management of wastes from health-care activities*. 2013.

17. Barber, L.B., et al., *Chemical loading into surface water along a hydrological, biogeochemical, and land use gradient. a holistic watershed approach.* Environ Sci Technol, 2006. **40**(2). p. 475-86.

18. Blazer, V.S., et al., *Intersex (testicular oocytes) in smallmouth bass from the*

Potomac River and selected nearby drainages. J Aquat Anim Health, 2007. **19**(4). p. 242-53.
19. Arthur A. Elkins, J., *EPA Inaction in Identifying Hazardous Waste Pharmaceuticals May Result in Unsafe Disposal* 2012. p. 4.
20. Pope III, C.A., M. Ezzati, and D.W. Dockery, *Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States.* New England Journal of Medicine, 2009. **360**(4). p. 376-386.
21. *Principles on the Disposal of Waste Pharmaceuticals used within Community Health Services*. 2012, East & South East England Specialist Pharmacy Services
22. Elder, A., et al., *Translocation of inhaled ultrafine manganese oxide particles to the central nervous system.* Environmental Health Perspectives, 2006. **114**(8). p. 1172-1178.

Tehran University of Medical Sciences
Institute for Environmental Research

Islamic Republic of Iran
Ministry of Health and Medical Education
Environmental and Occupational Health Center

A Guide to Chemical and Pharmaceutical Waste Management in Healthcare Facilities

Spring 2016

2050202- 0507- 1