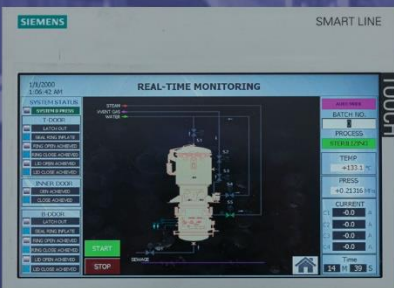


# راهنمای مدیریت پسماند پزشکی در شرایط اضطراری



وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی



مہولہ

## فهرست مطالب

- گردآوری مطالب ..... ۱
- قدردانی ..... ۳
- پیشگفتار ..... ۳
- نماینده سازمان توسعه صنعتی ملل متحد در ایران..... ۴
- فصل یک - تعریف و طبقه بندی پسماندهای پزشکی..... ۵
- فصل دوم - تفکیک، ذخیره سازی و انتقال پسماند پزشکی..... ۱۳
- فصل سوم - روش های دفع و تصفیه (بی خطر سازی)..... ۳۳
- فصل چهارم - مدیریت پسماند ناشی از برنامه ملی تزریق واکسیناسیون در شرایط کووید-۱۹..... ۵۹
- راهنمای مدیریت پسماندهای پزشکی در مراکز بهداشتی درمانی منتخب در برنامه ملی..... ۶۲
- فصل پنجم - قوانین و مقررات مرتبط با مدیریت پسماند پزشکی..... ۶۳

## گردآوری مطالب

دکتر رضا سمیعی فرد : مشاور فنی ملی (NTA)، سازمان توسعه صنعتی ملل متحد (UNIDO)

مهندس طیبه

الهی: رییس گروه بهداشت محیط بیمارستان و نظارت بر کنترل پسماند بیمارستانی مرکز سلامت محیط و کار،  
وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی

مهندس سمیرا شیخ الاسلامی: کارشناس مسئول بهداشت محیط مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت درمان  
و آموزش پزشکی

مهندس بهزاد ولی زاده: رییس گروه خاک و پسماند مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت درمان و آموزش  
پزشکی

مهندس علی محمدی: کارشناس گروه بهداشت محیط بیمارستان و نظارت بر کنترل پسماند بیمارستانی مرکز  
سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی

مهندس سمیه رباط میلی: مسؤول واحد بهداشت محیط مجتمع بیمارستانی امام خمینی (ره)

تحت مسئولیت : جناب آقای دکتر احمد جنیدی جعفری، مدیر کل مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت  
درمان و آموزش پزشکی

## قدردانی

از تلاش و حمایت مسئولین محترم به خصوص جناب آقای دکتر غریب آبادی نماینده محترم جمهوری اسلامی ایران در سازمان ملل متحد، جناب آقای اسپری مدیرکل محترم امور بین الملل محیط زیست و توسعه پایدار وزارت امور خارجه، جناب آقای صفایی مدیر محترم آژانس های تخصصی بین المللی وزارت امور خارجه، سرکارخانم دکتر جوان شهرکی نماینده محترم کشور جمهوری اسلامی ایران در سازمان توسعه صنعتی ملل متحد و جناب آقای دکتر ZHOU مدیر دفتر توسعه صنعتی، در بخش پروتکل مونترال، ریاست مجتمع بیمارستانی امام خمینی(ره) جناب آقای دکتر صادق نیت و جناب آقای دکتر دهقان منشادی، تشکر و قدردانی می گردد.

## پیشگفتار

واحدهای ارائه دهنده خدمات مراقبت های بهداشتی و درمانی در طی انجام فعالیت های مربوط به پیشگیری، مراقبت و درمان بیماران، پسماندها و مواد زایدی نیز تولید می نمایند. این دسته از مواد زاید به جهت دارا بودن عوامل خطرناک و بیماری‌زا به عنوان پسماندهای ویژه تلقی می گردد که نیازمند توجه خاص و مدیریت ویژه برای حفظ سلامت انسان و محیط زیست می باشد.

عدم توجه به مدیریت ایمن و مناسب این گروه از پسماندها می تواند پیامدهای بهداشتی برای انسان و همچنین اثرات قابل ملاحظه محیط زیستی به همراه داشته باشد. آگاهی از انواع پسماند تولیدی، کمیت و کیفیت آن و نیز آشنایی با قوانین و مقررات ملی در کنار توجه به روش های علمی و فناوری های به روز و پیشرفته جهان در این زمینه می تواند در بهبود مدیریت این پسماندها، تاثیر بسزایی داشته باشد.

شیوع بیماری کووید ۱۹ در جهان و تولید انبوهی از پسماندهای عفونی نیز نشان داد که مدیریت پسماندهای ویژه در شرایط همه گیری و طغیان بیماری ها و همچنین در شرایط اضطراری باید در برنامه های مدیریت پسماند واحدهای ارائه دهنده خدمات مراقبت های بهداشتی و درمانی به خصوص بیمارستان ها گنجانده شده و پیش بینی های لازم در آن لحاظ گردد.

ارتقای آگاهی در خصوص عناصر مرتبط با مدیریت پسماند، قوانین، مقررات و اقدامات لازم در شرایط اضطراری برای کارکنان مرتبط با امر مدیریت پسماند در تدوین برنامه عملیاتی مدیریت پسماند، نظارت های بهداشتی و فعالیت های مرتبط با آن لازم و ضروری می باشد.

با شیوع بیماری کووید ۱۹ در سطح جهان و اعلام وضعیت پاندمی برای این بیماری از سوی سازمان بهداشت جهانی و افزایش تعداد مبتلایان به بیماری از یک سو و اعلام عفونی بودن تمام پسماندهای ناشی از ارائه خدمات بهداشتی و درمانی به این بیماران از سوی دیگر، نیاز به افزایش تعداد دستگاه های بی خطر ساز پسماند در بیمارستان ها و همچنین افزایش تعداد سیکل های کاری دستگاه ها را در پی داشت که با توجه به محدودیت های موجود، پیشنهاد و دریافت کمک از سازمان های بین المللی را مطرح گردید. بر این اساس با درخواست نماینده محترم کشورمان در سازمان ملل متحد، سازمان توسعه صنعتی ملل متحد (یونیدو) ساز و کار اهدای دو دستگاه بی خطر ساز غیر سوز پسماند عفونی از سوی کشور چین را در چارچوب همکاری های جنوب- جنوب فراهم نمود.

تهیه کتاب راهنمای مدیریت پسماند و برگزاری کارگاه های آموزشی در راستای مدیریت پسماندهای پزشکی در شرایط همه گیری بیماری کووید ۱۹ برای گروه های هدف مرتبط با مدیریت پسماندهای بیمارستانی نیز در برنامه های این پروژه در نظر گرفته شد. در این راستا تلاش گردیده تا با بهره گیری از رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی و قوانین ملی مرتبط با مدیریت پسماندهای تولیدی در واحدهای ارائه دهنده خدمات مراقبت های بهداشتی و درمانی، کتاب راهنمای خاص تهیه و جهت بهره برداری توسط کارکنان مرتبط با مدیریت پسماند در کلیه سطوح منتشر گردیده است.



سازمان توسعه ی صنعتی ملل متحد (یونیدو)، بازوی فنی و تخصصی سازمان ملل متحد است که تلاش های خود را بر محور توسعه ی برابر و همه جانبه زیرساخت های صنعتی، ایجاد اشتغال پایدار و فقرزدایی از راه کمک به رشد بهره وری متمرکز نموده است. این سازمان به کشورهای در حال توسعه و دارای اقتصاد در حال گذار یاری می دهد تا از روند اقتصاد جهانی عقب نمانند و با دسترسی به دانش روز، مهارت های فنی، اطلاعات و فناوری های جدید بتوانند از اشتغال مولد، اقتصاد رقابتی و محیط زیست پایدار برخوردار شوند.

سازمان یونیدو در حال حاضر پروژه های توسعه ای متعددی در حوزه های کشاورزی (زنجیره های ارزش شیلات، خرما، برنج، گیاهان دارویی و گلخانه ای)، بهره وری انرژی، محیط زیست، صنایع دستی، توسعه کسب کارهای مولد، ایجاد اشتغال و حمایت از پناهندگان در جمهوری اسلامی ایران اجرا می نماید.

با بروز پاندمی کوید ۱۹ در جهان، سازمان یونیدو به منظور حمایت از اقدامات دولت جمهوری اسلامی ایران در مدیریت پاندمی کوید ۱۹ و در راستای مأموریت توسعه ای خود برای تحقق اهداف توسعه ی پایدار، پروژه ای یکساله با عنوان "کمک اضطراری برای مبارزه با بیماری کرونا در جمهوری اسلامی ایران" را به مورد اجرا نهاده است. هدف این پروژه بی خطر سازی و نابودی سالم پسماندهای پزشکی در بیمارستان های ایران است. در این پروژه، بهبود قابلیت دفع پسماندهای پزشکی از طریق تهیه و راه اندازی دو مجموعه تجهیزات مرتبط با تصفیه پسماندهای پزشکی برای بیمارستان های منتخب در نظر گرفته شد. همچنین، آموزش مدیریت پسماندهای پزشکی برای کارکنان مرتبط در بیمارستان های ایران بخشی از فعالیت های پروژه است که راهنمای حاضر در این راستا تهیه شده است. تولید پسماند پزشکی عفونی در نتیجه فعالیت مراکز خدمات بهداشتی و درمانی امری اجتناب ناپذیر است و مدیریت ایمن و صحیح این گروه از پسماندهای پزشکی جهت پیشگیری از مخاطرات مربوطه و در راستای تلاش برای تامین سلامت افراد جامعه ضروری می باشد زیرا عدم توجه به مدیریت صحیح محیط زیستی این پسماندها می تواند تهدیدی برای سلامت عمومی و محیط زیست باشند.

راهنمای حاضر در شرایطی تهیه شده است که نگرانی های بین المللی در خصوص شیوع روزافزون بیماری کوید ۱۹ و افزایش بیماران بستری رو به افزایش است. اینجانب ضمن خسته نباشید به تمامی پرسنل و کارکنان عرصه بهداشت و درمان ایران، امید دارم راهنمای تهیه شده بتواند مدیران و کارکنان زحمتکش حوزه ی بهداشت و درمان را که در زنجیره ی مدیریت پسماندهای پزشکی فعالیت می کنند، یاری نماید.

**مریم جوان شهرکی**

**نماینده سازمان توسعه صنعتی ملل متحد در ایران**

## فصل یک - تعریف و طبقه بندی پسماندهای پزشکی

پرسش های مهم که در این فصل پاسخ داده می شوند:

- پسماندهای پزشکی مطابق قوانین و مقررات ملی چگونه تعریف و طبقه بندی می شوند؟
- در هر بخش از مراکز بهداشتی و درمانی کدام نوع از انواع پسماند پزشکی تولید می گردد؟
- منابع تولید کننده پسماند چه تفاوت هایی در میزان و ترکیب پسماند تولیدی دارند؟
- ترکیب، کمیت و ویژگی های هر کدام از انواع پسماندهای پزشکی تولیدی چگونه است؟

### مقدمه

تولید پسماندهای پزشکی طی انجام فرایندهای ارائه خدمات مراقبت ها بهداشتی درمانی فرآیندی مداوم است که طی این فرایند طیف وسیعی از انواع پسماند تولید می گردد. مدیریت صحیح این پسماندها جهت حفظ سلامت انسان و محیط زیست ضرورتی غیر قابل انکار در تمام کشورهای جهان می باشد. شناسایی و طبقه بندی انواع پسماندها و تفکیک و جداسازی پسماندهای عادی از پسماندهای پزشکی ویژه و خطرناک یکی از مهم ترین عوامل در مدیریت صحیح پسماندهای تولیدی در واحدهای ارائه خدمات مراقبت بهداشتی درمانی می باشد.

### ۱-۱- تعریف و طبقه بندی

واژه پسماند پزشکی به کلیه پسماندهایی اطلاق می گردد که در مراکز بهداشتی و درمانی، مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه های تشخیص طبی تولید می شوند. علاوه بر این، انواع پسماند تولید شده از منابع کوچک و پراکنده از جمله پسماندهای ناشی از فعالیت های درمانی در منازل از قبیل انجام تزریقات و امثال آن را نیز شامل می گردد. حدود ۷۵ تا ۹۰ درصد از پسماندهای تولید شده در مراکز بهداشتی و درمانی ویژگی هایی مشابه پسماندهای خانگی داشته و معمولاً به عنوان پسماند بی خطر یا عادی تلقی می گردند. تولید این نوع از پسماندها بیشتر در طول انجام فعالیت هایی نظیر پخت و پز، امور اداری، بسته بندی های اقلام مصرفی و امثال آن می باشد. ۱۰ تا ۲۵ درصد باقیمانده پسماندهای پزشکی به عنوان پسماند "خطرناک" در نظر گرفته می شود که عدم توجه به مدیریت صحیح این پسماندها می تواند خطرات محیط زیستی و بهداشتی و سلامتی به همراه داشته باشد.

### ۱-۱-۱- پسماند تیز و برنده

اجسام تیز و برنده اقلامی هستند که می توانند باعث بریدگی یا سوراخ شدگی گردند و شامل سرسرنگ ها، سوزن های زیر جلدی، چاقوهای جراحی و سایر تیغ ها، چاقوها، ست های سرم، اره ها، شیشه ها و پیپت های شکسته و



امثال آن می باشند. این اقلام چه عفونی باشند و چه غیر عفونی در دسته پسماندهای خطرناک قرار می گیرند و چنانچه عفونی باشند باید بی خطر سازی شوند.

### ۲-۱-۱- پسماند عفونی

پسماندهای مزنون به داشتن عوامل زنده بیماری زا ( باکتری ها، ویروس ها، انگل ها یا قارچ ها) به مقدار و میزانی که بتواند در میزبان مستعد موجب بیماری گردد. این دسته شامل موارد زیر می باشد:

- پسماند آلوده شده با خون یا سایر مایعات بدن
- پسماندهای آلوده شده با خون و سایر مایعات بدن در برگیرنده مواردی همچون خون جاری، اجزای خونی و سایر مایعات بدن، پانسمان ها، بانداژها، پنبه ها یا گازها، دستکش ها، ماسک ها، گان ها، پارچه ها و سایر مواد آلوده شده با خون یا سایر مایعات بدن و پسماندهایی که با خون بیماران همودیالیزی در تماس هستند (مانند تجهیزات دیالیز از جمله لوله ها و فیلترها، حوله های یکبار مصرف، گان ها، پیش بندها، دستکش ها و لباس آزمایشگاه) می باشند.

- محیط های کشت حاوی عوامل بیماری زای ناشی از کار در آزمایشگاه ها
- محیط های کشت آزمایشگاهی در زمره مواد زاید به شدت عفونی طبقه بندی می گردند.

- پسماند مربوط به مراقبت و درمان بیماران بستری در بخش ایزوله
- مواد زاید تولیدی از فرایند مراقبت و درمان بیماران در بخش ایزوله شامل مدفوع، البسه و پوشش زخم های جراحی و لباس های آلوده با خون و ترشحات می باشند.

### ۳-۱-۱- پسماند پاتولوژیک یا آسیب شناختی

این پسماندها شامل بافت ها، اندام ها، اجزای بدن، خون، مایعات بدن و سایر پسماندهای حاصل از جراحی و کالبد شکافی می باشند. این پسماندها همچنین جنین انسان، و لاشه حیوانات عفونی را نیز در برمی گیرد. پسماندهای پاتولوژیک می تواند اجزای سالمی از بدن که طی فرایند درمان و یا در فعالیت های تحقیقاتی پزشکی تولید می شوند را نیز شامل گردد. این نوع از پسماندها می توانند به عنوان زیرشاخه ای از پسماندهای عفونی در نظر گرفته شوند.

#### ۴-۱-۱- پسماند دارویی و مواد زاید ژنوتوکسیک

پسماندهای دارویی عبارتند از داروهای تاریخ گذشته، مصرف نشده، محصولات دارویی ریخته و آلوده شده، تجویز شده و اختصاصی، واکسن ها و سرم هایی که دیگر به آن ها نیازی نبوده و به دلیل ماهیت شیمیایی و بیولوژیکی شان باید به نحو مناسبی دفع شوند. این گروه از پسماندها همچنین شامل اقلام دور ریخته شده ای که هنگام نقل و انتقال داروها به شدت آلوده شده اند شامل بطری ها، ویال های داروها، جعبه های محتوی باقیمانده داروها، دستکش ها، ماسک ها و لوله های اتصال می باشند.

پسماندهای دارویی ژنوتوکسیک به شدت خطرناک می باشند و ممکن است دارای خواص جهش زایی، ناقص الخلقه زایی یا سرطان زایی باشند. دفع پسماندهای ژنوتوکسیک هم درون بیمارستان ها و هم بعد از دفع می تواند موجب مشکلات ایمنی جدی شوند. باید این پسماند با توجه ویژه ای مدیریت و دفع گردند. زایدات ژنوتوکسیک می تواند شامل داروهای سایتوتوکسیک، استفراغ، ادرار یا مدفوع بیماریان تحت درمان با داروهای سایتوتوکسیک، مواد شیمیایی و یا مواد رادیو اکتیو باشد.

داروهای سایتوتوکسیک به صورت زیر طبقه بندی می گردند:

- عوامل الکیلی: شامل الکیلی شدن نوکلئوتیدهای دئوکسی ریبونوکلئک اسید (DNA) که منجر به از دست رفتن کدهای ذخیره ژنتیک می شوند.
- آنتی متابولیت ها: مانع سنتز زیستی اسیدهای نوکلئیک در سلول ها می شود.
- بازدارنده های میتوزی: از تکثیر سلول جلوگیری می نمایند.

منابع تولید مواد زاید سایتوتوکسیک شامل موارد زیر می باشد:

- مواد آلوده ناشی از آماده سازی داروها: از جمله سرنگ ها، سوزن ها، گازها، ویال ها و بسته بندی های آنها
- داروهای تاریخ گذشته، باقی مانده محلول ها و داروهای برگشته از بخش ها
- ادرار، مدفوع و استفراغ بیماران، ممکن است محتوی مقادیر زیادی داروهای سایتوتوکسیک دارای پتانسیل خطر باشند. ژنوتوکسیک ها باید حداقل ۴۸ ساعت و گاهی بیش از یک هفته بعد از توزیع دارو مورد توجه قرار بگیرند.
- در بیمارستان های تخصصی آنکولوژی، مواد زاید ژنوتوکسیک (محتوای سایتوتوکسیک یا رادیواکتیو) ممکن است یک درصد کل پسماندهای پزشکی تولیدی را تشکیل دهند.

## ۵-۱-۱- پسماند شیمیایی

این پسماندها شامل مواد شیمیایی دفعی جامد، مایع و گازی شکل می باشند. در کل مواد شیمیایی مورد استفاده در مراقبت های بهداشتی، فرایندهای تشخیصی و آزمایشگاهی تا نظافت و گندزدایی را در برمی گیرند. پسماندهای شیمیایی تولیدی در مراکز مراقبت های بهداشتی و درمانی در صورتی که حداقل یکی از خواص زیر را داشته باشند خطرناک تلقی می گردند.

- سمی (آسیب رسان)
- خورنده (مانند اسیدها با PH کمتر از ۲ و بازهای با PH بیشتر از ۱۲)
- قابل اشتعال
- واکنش پذیر (قابل انفجار، قابل واکنش با آب، حساس به تکاندن)
- اکسید کننده

پسماندهای شیمیایی بی خطر شامل مواد شیمیایی فاقد هر یک از خواص اشاره شده در بالا مانند قند، اسیدهای آمینه و نمک های آلی و غیر آلی ویژه ای می باشند که در مایعات تزریقی به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند.

یکی از مواد شیمیایی شاخص مورد استفاده در مراکز مراقبت های بهداشتی و درمانی فرمالدئید می باشد که برای نظافت و گندزدایی تجهیزات (تجهیزات همودیالیز و جراحی)، حفاظت از نمونه ها، گندزدایی مواد زاید مایع عفونی، پاتولوژی و اتوپسی و موارد مشابه استفاده می گردد.

محلول های ظهور و ثبوت عکس های رادیولوژی و همچنین پسماندهای ناشی از موادی که حاوی مقادیر بالایی از فلزات سنگین هستند زیر شاخه ای از پسماندهای شیمیایی خطرناک می باشند و معمولاً بسیار سمی می باشند. جیوه مثالی از یک ماده بسیار سمی است. تجهیزات پزشکی نظیر دستگاه های اندازه گیری دما و فشار سنج ها و واحد های دندانپزشکی حاوی مقادیر بالایی جیوه هستند.

پسماندهای کادمیوم بیشتر در باتری های دفع شده می باشند.

پنل های فشرده چوبی حاوی سرب در واحد های رادیولوژی در برابر حفاظت در مقابل اشعه X استفاده می شود. انواع بسیار زیادی از گازها در این مراکز استفاده می گردند و اغلب در سیلندرهای قابل حمل، کارتریج ها و قوطی های آئروسول نگهداری می شوند. گازهای فشرده شده در ظروف چه خطرناک باشند چه خطرناک نباشند باید همیشه با احتیاط جابجا شوند چرا که این ظرف ممکن است در صورت وقوع آتش سوزی یا سوراخ شدگی اتفاقی منفجر گردند.

## ۶-۱-۱- پسماند رادیواکتیو

پسماندهای رادیواکتیو موادی هستند که با رادیونوکلئیدها آلوده شده اند. این پسماندها در نتیجه فعالیت هایی از قبیل آزمایش بافت ها و مایعات بدن در محیط آزمایشگاهی، عکسبرداری و مکان یابی تومورها در داخل بدن و سایر فرایندهای مختلف تحقیقاتی و درمانی تولید می گردند.

پسماندهای رادیواکتیو تولیدی در مراکز بهداشتی و درمانی اغلب حاوی رادیونوکلئیدهایی با نیمه عمر کوتاه می باشند بدین معنی که پسماند خاصیت رادیواکتیو خود را به سرعت از دست می دهد. با این وجود در برخی از مراحل تخصصی از رادیونوکلئیدهای با نیمه عمر بلند تر استفاده می شود. این رادیونوکلئیدها معمولا به صورت اشیاء کوچکی هستند که در بیرون و یا در داخل بدن بیمار جای گذاری می گردد و بعد از استفاده و استریل نمودن برای بیمار دیگر استفاده می گردد.

مواد زاید تولید شده در واحدهای مراقبت های بهداشتی و درمانی و فعالیت های تحقیقاتی که شامل رادیونوکلئیدها و تجهیزات نگهداری و ذخیره می باشند به صورت زیر دسته بندی می گردند:

- منابع بدون نشت
- ژنراتور رادیونوکلئیدها
- مواد زاید جامد سطح پایین (برای مثال کاغذ جاذب، سواب، ظروف شیشه ای، سرنگ ها و ویال ها)
- پسماندهای ناشی از حمل و نقل مواد رادیواکتیو و محلول های رادیونوکلیدهای مورد استفاده برای مقاصد تشخیصی و یا درمانی
- مایعات غیر قابل انحلال در آب
- پسماند موادی که در سنجش ایمنی پرتو استفاده شده اند
- پسماند ناشی از نشت و پاکسازی مناطق آلوده شده با رادیونوکلیدها
- مدفوع بیماران معالجه شده یا در حال درمان با رادیونوکلیدهای قابل نشت
- پسماند مایع سطح پایین (برای مثال ناشی از لوازم شستشو)
- گازها و بخارات ناشی از انبارها و دمه ها (فیوم) های متصاعد شده از قفسه ها

## ۷-۱-۱- پسماند عادی بی خطر

پسماندهایی هستند که با عوامل عفونی، مواد شیمیایی خطرناک یا رادیواکتیو در تماس نبوده اند و موارد زاید تیز و برنده خطرناک نیز محسوب نمی شوند. نسبت قابل توجهی (حدود ۸۵ درصد) از کل پسماندهای تولیدی در واحدهای ارائه خدمات بهداشتی و درمانی، مواد زاید بی خطر می باشند و معمولا خواصی مشابه مواد زاید شهری دارند. بیش از نیمی از کل مواد زاید بی خطر تولیدی در بیمارستان ها کاغذ، مقوا و پلاستیک است و مابقی شامل پسماندهای مواد غذایی، فلز، شیشه و منسوجات و پلاستیک و چوب می باشد.

## ۱-۲- منابع تولید کننده پسماندهای پزشکی

انواع مختلف واحدهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی را می توان بر حسب میزان تولید پسماند به " منابع بزرگ" و "منابع کوچک" تقسیم بندی نمود. منابع کوچک و پراکنده نیز انواعی از پسماندهای پزشکی را تولید می نمایند اما میزان و ترکیب آنها متفاوت و متغیر می باشد.

این منابع معمولاً دارای ویژگی هایی به شرح زیر می باشند:

- این منابع به ندرت پسماند رادیواکتیو و سایتوتوکسیک تولید می کنند.
- زایدات پاتولوژیک تولید نمی نمایند.
- پسماندهای تیز و برنده آنها سوزن های هیپودرمیک می باشند.

برخی منابع بزرگ تولید کننده پسماندهای پزشکی شامل بیمارستان ها، کلینیک ها، مراکز انتقال خون، مراکز دیالیز، آزمایشگاه ها و مراکز تحقیقاتی پزشکی، مراکز کالبدشکافی، بانک های خون و منابع کوچک مانند مطب های پزشکان، کلینیک های دندانپزشکی، بیمارستان های روانپزشکی و خدمات درمانی در منازل را شامل می گردند.

### نکته :

در غیاب قوانین و مقررات روشن تعیین طبقه بندی مناسب برای پسماندهای ویژه باید مبتنی بر درک صحیح از اصول انتقال بیماری و خطرات مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک باشد. در این زمینه کمیته کنترل عفونت در مراکز بزرگ ارائه خدمات بهداشتی و درمانی نقشی مهمی ایفا می نماید. زمانی که احتمال انتقال بیماری هنگام حمل و نقل و دفع پسماند وجود داشته باشد آن پسماند باید به عنوان پسماند عفونی در نظر گرفته شود. برای انتقال بیماری، زنجیره انتقال عفونت نیازمند حضور عوامل بیماری زا با پتانسیل و دوز کافی برای انتقال بیماری و میزبان مستعد می باشد. در کشورهایی که ظروف و سیستم حمل و نقل مناسب وجود ندارد و کارگران نیز از وسایل حفاظت فردی مناسب استفاده نمی نمایند لزوم بی خطر سازی پسماندهای عفونی در محل تولید آنها قبل از انتقال به محل دفع نهایی ضروری می باشد.

## ۱-۳- ارزیابی کمی پسماندهای پزشکی

اولین گام مهم در مدیریت ایمن مواد زاید تولیدی در واحدهای ارائه خدمات مراقبت های بهداشتی و درمانی آگاهی از کمیت و شناخت انواع پسماند تولید شده در آنها می باشد. اهمیت اطلاع از کمیت و کیفیت پسماند در برآورد ظرفیت ظروف، محل های ذخیره سازی، حمل و نقل و استفاده از فناوری های تصفیه و بی خطر سازی پسماند می باشد. علاوه بر این می توان از روی این داده ها برنامه بهبود سیستم های مدیریت و ارزیابی های محیط زیستی را نیز انجام داد. یک برنامه ارزیابی شامل تعیین اهداف، برنامه ریزی، تعیین وظایف، فراهم نمودن تجهیزات، جمع

آوری داده ها و تجزیه و تحلیل و ارائه پیشنهاد می باشد. مراحل ارزیابی پسماند تولیدی فرصتی را فراهم می آورد تا فعالیت های موجود ارتقا یافته و کارکنان مرتبط در مدیریت پسماند نسبت به این موضوع احساس مسولیت نموده و پتانسیل کاهش از مبدا و کمینه سازی پسماند نیز فراهم گردد. اجرای مناسب تفکیک می تواند علاوه بر تاثیری که در حفظ محیط زیست و سلامت انسان دارد باعث صرفه جویی در هزینه های مربوط به مدیریت پسماند در محل تولید پسماند گردد.

بدین منظور بایستی برنامه ارزیابی را که شامل جمع آوری منظم داده ها (بصورت روزانه) از هر محل از مرکز مورد نظر، تفکیک پسماند در ظروف مجزا و توزین هر ظرف و مقایسه اوزان به دست آمده با تعداد بیماران یا تخت های فعال انجام داد. جمع آوری داده ها در دوره های زمانی کوتاه مدت چند روزه نمی تواند تفاوت های هفتگی و فصلی را به خوبی نشان دهد. ارزیابی و جمع آوری داده ها در دوره های بلند مدت و تکرار آن در زمان های مختلف سال تصویری واضح تر از کمیت و کیفیت پسماند تولیدی فراهم می نماید.

از فاکتور های تاثیر گذار در نرخ تولید پسماند می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- میزان فعالیت (بر اساس تعداد تخت فعال)
- نوع بخش (بر حسب نوع مراقبتی که ارائه می دهد)
- نوع یا سطح مرکز ارائه دهنده خدمت بهداشتی و درمانی (کلینیک، بیمارستان و سایر مراکز)
- محل (شهری یا روستایی بودن منطقه)
- قوانین و مقررات طبقه بندی پسماند
- عملیات تفکیک پسماند
- تواتر زمانی (روزهای هفته، تعطیلات، فصول مختلف سال)

قوانین و مقررات در مورد طبقه بندی پسماندهای تولیدی به همراه عملیات تفکیک آنها، نرخ کاهش تولید پسماند را تحت تاثیر قرار می دهد. عدم تشابه بین کشورهای کم درآمد، با درآمد متوسط و کشورهای پر درآمد می تواند تا حدودی از تفاوت در منابع، نحوه ارائه خدمات، در دسترس بودن سیستم های مدیریت مواد زاید و میزان استفاد ه از وسایل یکبار مصرف دفعی در آنها باشد.

نرخ متوسط پسماند تولیدی بر حسب کیلوگرم در روز یا کیلوگرم در سال به ازای تخت فعال می باشد.

#### ۴-۱- ارزیابی کیفی پسماندهای پزشکی

یکی از برنامه های ارزیابی در مدیریت پسماند مطالعه کیفیت و ترکیب فیزیکی شیمیایی پسماند می باشد. این اطلاعات در توسعه برنامه های کمینه سازی یا کاهش در مبدا نیز ضروری می باشد. زیرا اجرای یک برنامه کارآمد در مدیریت پسماند آگاهی از ترکیب پسماند عادی (بی خطر) می باشد. پارامترهای فیزیکی شیمیایی مربوط به بخش عفونی پسماندهای تولیدی در تعیین ویژگی ها و مشخصات تجهیزات و راهبری فناوری های بی خطر سازی اهمیت دارد. برای مثال، برخی از سیستم های بی خطر سازی که با سیستم بخار کار می کنند یا ماکروویو به حداقل

میزان رطوبت که می بایستی در پسماند وجود داشته باشند متکی هستند، برخی از سیستم هایی که از مواد شیمیایی جهت بی خطر سازی استفاده می کنند از میزان مواد آلی و آب موجود در پسماند تاثیر می پذیرند و یا کارایی پسماند سوزها به میزان مواد غیر قابل احتراق، ارزش حرارتی، و محتوای آب پسماند بستگی دارد. ویژگی های فیزیکی مانند دانسیته توده (جرم غیر فشرده در واحد حجم) پسماند، برای ارزیابی ظرفیت ذخیره سازی، جابه جایی و انتقال، اتاقک بی خطر سازی، اتاقک نگهداری، مشخصات خردکن ها و دیگر تجهیزات کاهش اندازه مورد استفاده قرار می گیرد. در طبقه بندی متدوال نیز ویژگی های فیزیکی شیمیایی پسماند تولیدی از کشوری به کشور دیگر و حتی در بین مراکز بهداشتی و درمانی مختلف در درون یک کشور متفاوت می باشد. تمام کارکنان مرتبط با مدیریت پسماند در واحدهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی می بایست با طبقه بندی گروه های اصلی پسماند مطابق با قوانین و مقررات ملی و محلی آشنا باشند و برآورد اولیه ای از نوع و کمیت پسماند تولید شده به دست آورده و از چگونگی انتقال و دفع پسماند اطلاع یابند و برای دستیابی به داده های صحیح و قابل اطمینان، رویکردی سازماندهی شده برای مطالعه توصیف ویژگی های پسماند اتخاذ نمایند. این رویکرد برای توسعه یا ارتقای سیستم مدیریت پسماند مورد استفاده، لازم می باشد. به کار گیری یک برنامه رسمی ارزیابی پسماند نیاز به برنامه ریزی و آماده سازی دارد و با یک ارزیابی دقیق و سیستماتیک می توان به اهداف زیر دست یافت:

- کاهش پسماند در مبدا
- عملیات تفکیک مناسب
- برآورد صحیح مقدار پسماند ویژه که نیاز به مدیریت خاص دارد
- برآورد نیاز به دستگاه و تجهیزات بی خطر سازی
- تعیین مکان نگهداری موقت مناسب و حمل و نقل و برنامه های دفعی که در نهایت باید انجام گردد.

## فصل دوم - تفکیک، ذخیره سازی و انتقال پسماند پزشکی

پرسش های مهم که در این فصل پاسخ داده می شوند:

- مسئول امر تفکیک پسماند و مسئول اطمینان از تفکیک و انتقال صحیح پسماند در واحدهای ارائه خدمات بهداشتی و درمانی کیست؟
- سیستم های توصیه شده در خصوص تفکیک کدامند و اهمیت تفکیک چیست؟
- چه کسانی باید برای انجام امر تفکیک بایستی آموزش ببینند؟
- به چه ظرفی برای تفکیک نیاز است و محل قرار گیری آنها در واحدهای ارائه خدمات بهداشتی و درمانی کجا می باشد؟
- سیستم برچسب گذاری و کدبندی رنگی چیست و چه اهمیتی دارد؟
- ویژگی های ظروف جمع آوری انواع پسماند تولیدی چیست؟
- تواتر جمع آوری پسماند از بخش ها در واحدهای ارائه خدمات بهداشتی درمانی چگونه است؟
- محل نگهداری موقت پسماند در داخل واحدهای ارائه خدمات بهداشتی درمانی چه ویژگی باید داشته باشد؟
- ویژگی ترالی های جمع آوری انواع پسماند و تواتر جمع آوری و مسیرهای حمل و نقل در داخل واحدهای ارائه خدمات بهداشتی درمانی به چه صورتی است؟
- اتافک نگهداری موقت پسماند چه شرایط و ویژگی هایی باید داشته باشد؟
- روش نگهداری هر یک از انواع پسماند تولیدی در واحدهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی چگونه است؟

### ۱-۲- تفکیک و جمع آوری پسماند از بخش ها

جداسازی صحیح انواع پسماند تولیدی در واحدهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی مسئولیت هر فردی است که با توجه به جایگاه و وظیفه شغلی خود اقدام به تولید پسماند می نماید. مدیر واحدهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی مسئول اطمینان از وضعیت تفکیک، انتقال و سیستم ذخیره سازی مناسب و ترغیب تمام کارکنان به اجرای روش های صحیح مدیریت پسماند می باشد. تفکیک پسماند باید توسط تولید کننده پسماند و تا حد امکان در محل تولید آن انجام گیرد، به این معنی که تفکیک باید در بخش بالینی در کنار تخت، در اتاق عمل یا آزمایشگاه توسط پرستاران، پزشکان و تکنسین ها دقیقاً در محل تولید آن انجام گیرد. اگر طبقه بندی یک مورد از پسماند تولیدی مشخص نباشد برای احتیاط آن پسماند را باید در ظرفی که برای جمع آوری پسماندهای خطرناک واحدهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی استفاده می شود، قرار داد. ساده ترین سیستم تفکیک پسماند، تفکیک پسماندها به دو گروه بی خطر و خطرناک می باشد. با این حال در جهت ارائه حداقل سطح ایمنی برای کارکنان و بیماران، پسماندهای خطرناک نیز به دو گروه تقسیم بندی می شود: یک بخش برای مواد زاید تیز و برنده و بخش دیگر برای پسماندهای عفونی در نظر گرفته می شود. جز دوم (جز عفونی) عمدتاً متشکل از بخش پلاستیکی



سرنگ ها، باندها، اقلام پزشکی مستعمل قابل دفع، نمونه ها و بافت های بدن است. از این رو، به تفکیک پسماند به سه گروه عادی (غیر خطرناک)، پسماندهای عفونی و پسماندهای تیز و برنده در ظروف جمع آوری مجزا، "سیستم سه سطلی" اطلاق می شود. علاوه بر این، ظروف دیگری برای جمع آوری سایر پسماندها نظیر پسماندهای شیمیایی و دارویی یا پسماندهای پاتولوژیک، که قرار است به صورت متفاوت از سایر گروه های پسماند تولیدی جمع آوری، حمل و دفع شوند، مورد استفاده قرار داد.

## ۲-۲- ظروف جمع آوری پسماند، برچسب گذاری و کدبندی رنگی

بسیاری از کشورهای دارای قوانین ملی در مورد مدیریت پسماندها از قبیل نحوه طبقه بندی، تفکیک و سیستم برچسب گذاری و کدبندی رنگی برای ظروف جمع آوری پسماند می باشند. در کشورهایی که این قوانین ملی وجود ندارد، طرح سازمان بهداشت جهانی می تواند مورد استفاده قرار گیرد. کدبندی رنگی، تفکیک پسماند و قرار دادن آن را در درون ظروف جمع آوری مربوطه برای کارکنان و نیروهای خدماتی واحدهای ارائه خدمات مراقبت های بهداشتی و درمانی و نیز فرایند حمل، ذخیره سازی، پردازش و دفع را در طول اجرای مدیریت پسماند آسان می سازد. علاوه بر آن کدبندی رنگی به عنوان یک شاخص بصری از ایجاد خطر احتمالی در امر تفکیک جلوگیری می کند.

### جدول ۱-۲: طرح تفکیک توصیه شده سازمان جهانی بهداشت

نوع ظرف	رنگ ظرف و علامت گذاری	نوع مواد زائد
کیسه های پلاستیکی محکم و ضد نشت، ظروف قابل اتوکلاو نمودن	زرد؛ با علامت "خیلی عفونی" با نماد خطر زیستی	مواد زائد خیلی عفونی
ظروف یا کیسه های پلاستیکی ضد نشت	زرد با نماد خطر زیستی	دیگر مواد زائد عفونی، مواد زائد پاتولوژیکی و آناتومیکی
ظرف ضد سوراخ شدن	زرد با علامت "تیز و برنده" با نماد به خطر زیستی	مواد زائد تیز و برنده
کیسه های پلاستیکی یا ظروف محکم	قهوه ای و یا سفید با علامت خطر	مواد زائد شیمیایی و دارویی
محفظه سربی	با علامت تشعشع	مواد زائد رادیواکتیو
کیسه پلاستیکی	سیاه	مواد زائد معمولی

برچسب گذاری مخازن پسماند به منظور شناسایی منبع، ثبت نوع و کمیت پسماند تولید شده در هر بخش، کاربرد دارد، و این امکان را فراهم می آورد تا به مشکلات مربوط به تفکیک در یک بخش پزشکی پی برد. یک رویکرد ساده الصاق یک برچسب به هر یک از ظروف جمع آوری پسماند پر شده به همراه جزئیات بخش پزشکی، تاریخ و زمان پر شدن ظروف و نام شخص تکمیل کننده برچسب می باشد. استفاده از یک نشانه (علامت) بین المللی خطر روی ظروف جمع آوری پسماند نیز توصیه می شود. نشانه های متعددی وجود دارند که مربوط به انواع مختلفی از پسماند تولید شده در یک مرکز خدمات بهداشتی درمانی است و در شکل زیر نشان داده شده اند.

توجه: علامت جدید تشعشع در سال ۲۰۰۷ توسط سازمان ملل پذیرفته شد اما علامت قدیمی هنوز به طور گسترده ای استفاده می شود و انتظار می رود در کاربردهای معمول هنوز تا سال ها باقی بماند.



شکل ۱-۲: علائم خطر زیستی و تشعشع

در جدول ۲-۲ علائم خطر به کار رفته در پیوست II دستورالعمل مواد خطرناک اتحادیه اروپا EEG/۵۴۸/۶۷ (ستون سمت چپ) با علائم خطر مورد استفاده توسط کمیسیون اقتصادی سازمان ملل برای کشورهای اروپایی (UNECE) موسوم به سیستم یکنواخت جهانی دسته بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی (در ستون سمت راست) مقایسه شده است.

جدول ۲-۲: مقایسه نمادهای متداول پسماند خطرناک

علائم کمیسیون اروپا		علائم کمیسیون اقتصادی سازمان ملل
	خورنده (C) Corrosive این مواد به بافت‌های حیاتی از جمله چشم‌ها و پوست حمله و آنها را تخریب می نمایند.	
	خیلی قابل اشتعال (F) Highly flammable این مواد به آسانی آتش می گیرند (نقطه اشتعال: ۲۱- ۵۵ درجه سانتیگراد)، هرگز مواد قابل اشتعال را در کنار مواد منفجره نگهداری ننمایید.	
	سمی (T) Toxic این مواد می توانند باعث مرگ شوند. زمانی که بلعیده یا استنشاق و یا وقتی که از طریق پوست جذب شوند اثرات خود را بر جای می گذارند.	
	مضر (XN) Harmful این مواد مشابه با مواد سمی هستند اما خطر کمتری دارند.	
	منفجر شونده (E) Explosive منفجر شونده ترکیب یا مخلوط مستعد واکنش شیمیایی، تجزیه یا احتراق سریع است که با تولید سریع گرما و گازهای با حجم ترکیبی بیشتر از ماده اصلی همراه می باشد.	
	محرک (I) Irritant این مواد می توانند باعث قرمزی و تاول روی پوست شوند	
	فوق العاده قابل اشتعال (F+) Extremely flammable مایعات و ترکیباتی که نقطه اشتعال بسیار پایینی دارند (کمتر از ۲۱ درجه سانتیگراد) و بنابراین به آسانی آتش می گیرند.	
	بسیار سمی (T+) Very toxic مواد و ترکیباتی که اگر در مقادیر بسیار کم استنشاق، بلعیده و یا از طریق پوست جذب شوند باعث مرگ یا صدمات حاد یا مزمن به سلامتی می شوند	

## جدول ۲-۲: ادامه مقایسه نمادهای متداول پسماند خطرناک

علائم کمیسیون اروپا		علائم کمیسیون اقتصادی سازمان ملل
	اکسید کننده (O) Oxidizing (O) این مواد تامین کننده اکسیژن هستند که اجازه می دهند دیگر مواد به صورت بسیار شدید بسوزند.	
	Dangerous for environment (N) خطرناک برای محیط زیست اگر این مواد وارد محیط زیست شوند می توانند منجر به بروز خسارت تاخیری یا آنی برای یک یا چند مولفه زیست محیطی شوند.	
بدون معادل مستقیم؛ از علامت مضر یا محرک به عنوان علامت مناسب استفاده می شود	مسمومیت اندام خاص Specific organ toxicity این مواد می توانند باعث: صدمه به اندام یا اندامها بعد از یک بار یا چند بار مواجهه، حساسیت تنفسی، آلرژی یا مشکلات تنفسی اگر استنشاق شوند، گردد.	

### پسماندهای خطرناک

پسماندهای بسیار عفونی، مثل نمونه های آزمایشگاه های تشخیص طبی باید به طور مجزا جمع آوری و در همان محل تولید اتوکلاو شوند. پس از بی خطر سازی، این پسماندها در ظروف مخصوص حمل پسماندهای عفونی واحدهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی به خارج از واحد انتقال داده می شوند.

پسماندهای آناتومیکی قابل تشخیص، به خصوص اعضای بدن یا باقیمانده جنینی، باید بر اساس اعتقادات و باورهای مذهبی و فرهنگی و رعایت مسائل شرعی (عمدتا کفن و دفن یا سوزاندن) دفع شوند.

پسماندهای تیز و برنده (سوزن ها و سرسرنگ ها)، باید مستقیما درون ظروف مخصوص اقلام تیز و برنده (safety box) قرار داده شوند. این ظروف باید دارای ویژگی های زیر باشند:

- به آسانی سوراخ یا پاره نشوند

- بتوان به آسانی درب آن را بست و مهر و موم نمود
- دهانه ظرف باید به اندازه ای باشد که بتوان پسماند را بدون اعمال فشار دست، در ظروف انداخت و خارج کردن آنها از ظرف ممکن نباشد
- دیواره های ظرف نفوذ ناپذیر باشد و سیالات نتوانند از آن خارج شوند
- پس از بستن درب، از عدم خروج مواد از آن اطمینان حاصل شود
- حمل و نقل ظرف آسان و راحت باشد

**پسماندهای شیمیایی و دارویی** را باید تفکیک و به طور مجزا جمع آوری نمود. زیر گروه این پسماندها شامل پسماندهای حاوی جیوه، باتری ها، پسماندهای حاوی کادمیوم، پسماندهای فتوشیمیایی، رنگ ها و معرف های آزمایشگاهی، داروهای سایتوتوکسیک، و سایر داروها هستند. کلیه این پسماندها باید به طور دقیق با برچسب حاوی ذکر نوع پسماند و نام ماده شیمیایی اصلی همراه با نصب برچسب خطر مواد شیمیایی خورنده، قابل اشتعال، قابل انفجار یا سمی برچسب گذاری شوند. پسماندهای شیمیایی مایع هرگز نباید با یکدیگر مخلوط شده یا از طریق سیستم فاضلاب دفع شوند، بلکه بایستی در مخازن مقاوم در برابر نشت (ضد نشت) با دوام نگهداری شوند. احتمال اینکه بتوان نقره را از مواد فتوشیمیایی بازیابی کرد به نحوی که اقتصادی نیز باشد وجود دارد، همچنین بایستی تا جایی که امکان دارد مواد شیمیایی را به تامین کنندگان این مواد برگشت داد. نقره به طور فزاینده‌ای در محصولات پزشکی مورد استفاده قرار می گیرد اما به دلیل فقدان تاسیسات بازیابی فلزات یا دفع اختصاصی، به ندرت تفکیک می شود. لامپ های کم مصرف (فلورسنت فشرده) حاوی مقادیر جزئی جیوه هستند. این نوع لامپ ها و نیز باتری ها باید در مواردی که تاسیسات مناسب وجود دارد تفکیک شده و به وسیله فرایندهای بازچرخش، پردازش شوند. استفاده از جیوه در مصارف ارائه خدمات بهداشتی درمانی و سایر کاربردها در سرتاسر جهان به دلیل سمیت و پتانسیل ایجاد آلودگی در حال کاهش است. نظر به اینکه این ماده فرار است، چنانچه نشت پیدا کند و به درستی پاکسازی نشود ممکن است توسط کارکنان و بیماران استنشاق شود. در این موارد استفاده از یک کیت ساده می تواند ارزان و کارآمد باشد. در جایی که هنوز از دماسنج ها و فشارسنج های جیوه‌ای استفاده می شود، کارکنان باید مجهز به یک کیت سنجش نشت جیوه بوده و آموزش های لازم در رابطه با چگونگی استفاد از آن را ببینند. هر میزان نشتی بیشتر از میزان موجود در یک دماسنج بایستی با مشورت ماموران و متصدیان ایمنی و بهداشت واحد مربوطه مدیریت شود. جاروهای دستی و جارو برقی هرگز نباید برای تمیزسازی جیوه ریخته شده مورد استفاده قرار گیرند. جیوه را به راحتی می توان از روی چوب، کفپوش های لینولئوم، کاشی و سطوح صاف مشابه تمیز و پاکسازی کرد. اما به راحتی و به طور کامل از روی فرش، پرده، تشک و سایر مواد جاذب پاک نمی شود. بخش های آلوده شده این وسایل باید جدا شده و مطابق رهنمودهای رسمی دفع شوند.

مواد دارویی استفاده نشده را باید به داروخانه فرستاد تا به شرکت های تولید کننده برگشت داده شده و یا اینکه به شرکت های دارای مجوز مدیریت این نوع از پسماندها تحویل داده شوند. برای کمک به شناسایی و پیشگیری از واکنش بین مواد شیمیایی ناسازگار، داروها را باید در بسته بندی های اصلی و اولیه آن ها نگهداری کرد. مواد

شیمیایی و دارویی نشت یافته و آلوده شده نباید به داروخانه برگشت داده شوند بلکه باید به طور مستقیم از محل تولید به یک محل ذخیره و دریافت پسماند انتقال داده شوند. به طور معمول این پسماندها در یک مرکز بهداشتی درمانی در جعبه های مقوایی قهوه ای رنگ ذخیره سازی شده و با همین جعبه ها حمل و نقل می شوند و این جعبه ها باید در جای خشک نگهداری شوند.

**پسماندهای رادیواکتیو** جایی که خدمات دفع تخصصی وجود دارد، مسئولین این خدمات باید نسبت به جمع آوری و مدیریت آنها اقدام نمایند. در غیر این صورت، پسماندها باید به طور ایمن و در مخازن مقاوم در برابر پرتو (ضد نشت، دارای پوشش سربی و نام ماده رادیو نوکلویید و تاریخ تجزیه روی آن برچسب گذاری شود) ذخیره شده تا به طور طبیعی تجزیه شده و از بین بروند.

نکته: اقدامات مربوط به این نوع از پسماندها مطابق رهنمود های ابلاغی مراجع ذیربط اقدام گردد.

### ۳-۲- مخازن پسماند: مشخصات و جانمایی

مخازن پسماند در اشکال و اندازه های مختلف و از مواد متفاوت ساخته می شوند. بسیاری از مخازن مدرن پسماند برای سیستم های اتوماتیک طراحی شده اند به این صورت که محتویات خود را به درون سیستم دفع پسماند تخلیه می نمایند و شست و شو و گندزدایی آنها به طور مکانیکی صورت می گیرد. از طرف دیگر مخازن پسماند را می توان از مخازن پلاستیکی و فلزی بازیافت شده ساخت. در تمامی این موارد، این مخازن باید محکم، با دوام و ضد نشت بوده و به یک کیسه پلاستیکی بادوام به عنوان پوشش داخلی مجهز باشند. ضخامت توصیه شده کیسه ها برای پسماندهای عفونی ۷۰ میکرومتر (۲۰۰۴ ISO ۷۷۶۵) است. پلاستیک مورد استفاده برای ساخت مخازن و همچنین برای ساخت کیسه ها باید فاقد کلر باشد. همه کیسه های پلاستیکی نمی توانند در دمای C ۱۲۱ دوام بیاورند و برخی از آنها ممکن است در خلال فرایند اتوکلاو ذوب شوند.

مخازن باید دارای درپوش های مناسب باشند و بهتر است درپوش آنها به صورت پدالی با پا باز شود. هم در مخازن و هم در کیسه ها باید کد بندی رنگی و برچسب گذاری به درستی رعایت گردد. از مخلوط نمودن رنگ ها، مثلاً استفاده از کیسه های زرد رنگ در درون سطل های سیاه، نباید استفاده کرد زیرا این امر احتمال سردرگمی و تفکیک ضعیف و نامناسب پسماند را به دنبال خواهد داشت.

نظر به اینکه پسماندهای تیز و برنده می توانند موجب بروز جراحت شوند و افراد را در معرض خطر عفونت قرار دهند، از این رو اقلام تیز آلوده و غیر آلوده باید در ظروف بادوام و مقاوم در برابر سوراخ شدگی که باز شدن آن پس از بستن مشکل است (safety box)، جمع آوری و نگهداری شوند و برچسب "ظروف پسماند تیز و برنده" به آن ها الصاق شود.

ظروف مناسب پسماند (کیسه ها، سطل ها، ظروف مخصوص پسماند تیز و برنده) باید در تمامی بخش ها و محل های تولید پسماند در یک واحد ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی در دسترس کارکنان باشد. این امر برای

کارکنان امکان تفکیک و دفع پسماند در نقطه تولید را فراهم می آورد. پوستره‌های نشان دهنده نوع پسماندی که قرار است در هر مخزن دفع شود باید به منظور راهنمایی کارکنان و تقویت عادات و رفتارهای مناسب بر روی دیوارها نصب شود.

موفقیت در امر تفکیک را می توان با اطمینان از اینکه ظروف جمع آوری پسماند به تعداد کافی و متناسب با میزان پسماند تولیدی در مراکز در خلال جمع آوری پسماند وجود دارد، ارتقاء داد. از اطلاعات و داده های به روز ممیزی پسماند می توان برای ارزیابی حجم و نوع مخازن مورد نیاز لازم استفاده نمود. لازم به ذکر است نوع و میزان پسماند تولیدی هیچ دو بخشی در یک واحد ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی مشابه یکدیگر نخواهد بود.

کارکنان بخش های پزشکی باید با این رویکرد که در واقع فرایند دفع پسماند نیز بخشی از فرایند درمان یک بیمار است ترغیب و تشویق شوند و در آن صورت است که تمامی جنبه های فرایند مراقبت بهداشتی- درمانی در کنار تخت بیمار یا اتاق بستری و در محل ارائه خدمات بهداشتی و درمانی تکمیل می گردد. چنانچه مداخلات پزشکی در کنار تخت بیمار مورد نیاز باشد در آن صورت استقرار یک ظرف جمع آوری پسماند در کنار تخت ضرورت دارد. همچنین در برخی مواقع مطابق دستورالعمل های ابلاغی ظروف مخصوص جمع آوری پسماندهای تیز و برنده برای تزریق دارو یا نمونه گیری خون در کنار بیمار قرار داده می شود. محل نگهداری تالی های جمع آوری سطل ها و **safety box** باید به دور از بیماران باشد.

در محل هایی که ظروف جمع آوری پسماندها برای تفکیک پسماندهای خطرناک و غیر خطرناک مورد استفاده قرار می گیرند، این ظروف بایستی تا جایی که ممکن است نزدیک به هم باشند. ظروف مورد استفاده برای پسماندهای عفونی نباید در محوطه های عمومی قرار داده شوند چرا که ممکن است بیماران و همراهان بیمار و سایر افراد از این ظروف استفاده نموده و بنابراین در تماس با اقلام عفونی واقع شوند. سطل های ثابت را باید تا حد امکان نزدیک سینک ها و تاسیسات شست و شو نصب نمود، زیرا این مکان ها محل هایی هستند که اغلب کارکنان پس از انجام فرایند درمان بیمار دستکش های خود را از دست خارج ساخته و دور می اندازند. چنانچه ظروف جمع آوری پسماندهای عادی نزدیک سینک یا محلی که در آن حوله قرار دارد باشد، کارکنان را به انداختن حوله در درون ظروف پسماندهای غیر عفونی ترغیب می نماید. همچنین به منظور جلوگیری از تمایل کارکنان به دفع پسماندها در ظروف بزرگتر، ظروف جمع آوری مورد استفاده باید دارای اندازه یکسان باشند.

به طور کلی فرض بر آن است که پسماندهای عادی تولید شده در یک مرکز پزشکی، خطرزایی ناچیزی دارند مگر آنکه بیماران آن مرکز دارای عفونت های مسری سریع الانتشار بوده و یا مضمون به دارا بودن چنین عفونت هایی باشند. به هر حال چنانچه یک عفونت قابل سرایت شناخته شده (مثل عفونت ناشی از استافیلوکوکوس اورئوس سل یا جذام و یا بیماران مشکوک و یا مبتلا به ویروس کووید ۱۹) وجود داشته باشد، در آن صورت کلیه پسماندهای تولید شده توسط بیمار یا تولید شده در اطراف تخت بیمار باید به عنوان پسماند عفونی دارای خطر عفونت زایی طبقه بندی شده و در ظروف جمع آوری پسماند(سطل) زرد رنگ مخصوص پسماندهای عفونی دفع شوند. بطور کلی پسماندهای تولیدی توسط هر بیمار باید با توجه به وضعیت عفونت شناخته شده آن بیمار مدیریت و پردازش شود.

#### ۴-۲- استانداردهای جانمایی، حفظ و نگهداری عملیات تفکیک

روش های تفکیک باید به طور واضح مطابق با خط مشی مدیریت پسماند یک واحد ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی پایه ریزی شود. این نکته بسیار حائز اهمیت است که خط مشی مدیریت پسماند به خوبی مورد حمایت و تایید مدیران و کارکنان ارشد بوده و اجرا گردد. مدیران و سرپرستان مراکز بهداشتی باید از قوانین مربوطه آگاهی داشته و شناخت کافی از چگونگی اجرای ممیزی های پسماند، مشکلات احتمالی آتی و فعالیت های اصلاحی مقدماتی در زمینه پسماندها داشته باشند. کارکنان بخش پزشکی و کارکنان خدماتی مسئول جمع آوری پسماندها باید از دلایل و چگونگی اجرای فعالیت های تفکیک، ممیزی پسماند، مدیریت نشت پسماندهای مایع و گزارش دهی وقایع و صدمات مرتبط آگاهی داشته باشند. آموزش ها باید به صورت دوره ای تکرار شوند تا اطمینان حاصل گردد که کلیه کارکنان از مسئولیت های خود آگاهی دارند.

کارشناس (کمیته) مرتبط با مدیریت پسماند مسئول نظارت بر اجرای قوانین عملیات تفکیک و اجرای ممیزی های پسماند جهت تعیین کمیت پسماند تولیدی است. نصب پوستره های مرتبط با موضوع تفکیک برای کارکنان مراکز خدمات بهداشتی درمانی و نیروهای خدماتی مسئول جمع آوری پسماند به افزایش دانش در رابطه با فعالیت های تفکیک و بهبود کیفیت اجرای پسماند جداسازی شده کمک می نماید. پسماندی که به طور مناسب تفکیک نشده است را هرگز نباید مجدداً تفکیک نمود، بلکه باید براساس خطرناک ترین نوع پسماندی که در مخزن یا ظرف جمع آوری (سطل) وجود دارد تصفیه و پردازش کرد. (برای مثال در صورت وجود پسماند عفونی در ظروف جمع آوری پسماند عادی، کل محتوای ظرف پسماند عادی باید عفونی تلقی گردد). فعالیت اصلاحی باید بر روی کسب اطمینان از اجرای مناسب عملیات تفکیک متمرکز باشد.

با تایید این موضوع که پسماند به طور صحیح تفکیک می شود، داده های ممیزی پسماند را می توان برای مشخص کردن نوع، اندازه و تعداد مخازن مور نیاز در هر محل مورد استفاده قرار داد. از این داده ها می توان جهت برآورد الزامات و ملاحظات مربوط به گنجایش و ظرفیت دفع استفاده کرد. همچنین از این داده ها می توان برای ردیابی کل پسماند از مرحله تولید تا دفع نهایی استفاده نمود.



## ۵-۲- جمع آوری پسماند در داخل واحدهای ارائه خدمات مراقبت های بهداشتی درمانی

زمان جمع آوری پسماند باید منظم و از پیش تعیین شده بوده و متناسب با کمیت پسماند تولیدی در هر مرکز خدمات بهداشتی درمانی باشد. پسماندهای عادی نباید در زمان هایی که پسماندهای عفونی یا دیگر پسماندهای خطرناک جمع آوری می شوند و توسط همان ترالی های مورد استفاده برای جمع آوری این نوع پسماندها جمع آوری گردند.

کیسه های پسماند و ظروف جمع آوری پسماندهای تیز و برنده نباید بیشتر از سه چهارم ظرفیتشان پر شوند. زمانی که این کیسه ها و ظروف تا این حد پر شدند باید محکم بسته شده و برای جمع آوری آماده گردند. کیسه های پلاستیکی هرگز نباید دوخته شوند بلکه می توان آنها را گره زد یا با یک نوار پلاستیکی بسته بندی کرد. کیسه ها یا ظروف جایگزین باید در هر مکان جمع آوری پسماند در دسترس بوده به نحوی که با پر شدن کیسه یا ظرف جمع آوری، بتوان سریع ظروف و کیسه های دیگر جایگزین نمود.

کیسه ها و مخازن پسماند باید دارای برچسب نشان دهنده تاریخ، نوع پسماند و نقطه تولید بوده تا ردیابی آنها در تمام مراحل مدیریت تا مرحله دفع امکان پذیر باشد. در صورت امکان، وزن پسماند نیز باید به طور معمول ثبت شود. نا همگونی در بین بخش های ارائه دهنده خدمات مشابه بهداشتی و درمانی در یک محل و در یک بازه زمانی می تواند نشان دهنده مشکلاتی از قبیل تفکیک ضعیف و یا جداسازی پسماند برای استفاده مجدد غیرمجاز باشد.

جمع آوری اغلب پسماندها باید به طور روزانه صورت گرفته و دارای برنامه زمان بندی هماهنگ با الگوی تولید پسماند در طول روز باشد. برای مثال در یک مرکز پزشکی که در آن برنامه روتین صبحگاهی با تعویض پانسمان شروع می شود، جمع آوری پسماندهای عفونی باید در اواسط صبح صورت پذیرد تا باندها در آن بخش باقی نمانند. مراجعه کنندگانی که در اواخر روز به مرکز مراجعه می نمایند، مقادیر زیادی پسماند عادی مثل روزنامه و بسته بندی های مواد غذایی تولید می کنند، بنابراین زمان مناسب برای جمع آوری پسماندهای عادی در مراکز می تواند پس از ترک مراجعه کنندگان می باشد. یک مرکز جراحی در مقایسه با یک مرکز پزشکی عمومی نسبت بالایی از پسماندهای عفونی تولید می نماید و بنابراین می تواند چندین بار عملیات جمع آوری پسماند در روز و هماهنگ با برنامه عمل های جراحی داشته باشد. در یک کلینیک مراقبت های مادر و کودک، عمدتاً پسماندهای تیز و برنده تولید می شود که باید در انتهای هر روز کاری جمع آوری شوند.

## ۶-۲- ذخیره سازی موقت در بخش های پزشکی

پسماندهای خطرناک تولید شده در مراکز پزشکی (بخش های بالینی) را باید در اتاق هایی که مخصوص نگهداری تجهیزات کثیف و آلوده و یا محل نگهداری پسماندها برای این منظور طراحی شده اند ذخیره نمود. با ذخیره سازی در این محل، می توان پسماند را قبل از بیرون بردن دور از بیماران نگه داشت و سپس آن ها را سر فرصت جمع آوری و به یک مرکز ذخیره سازی مرکزی حمل کرد. به این عملیات ذخیره سازی موقت یا کوتاه مدت اطلاق می گردد.



ذخیره موقتی مواد زاید آماده برای جمع آوری



سطل مواد زاید در اتاق خدمات عمومی کثیف

### شکل ۲-۲: نمونه هایی از مکان های موقتی ذخیره پسماند

چنانچه محل های فوق الاشاره در دسترس نباشد، می توان پسماند را در جای دیگری که در نزدیکی بخش بالینی طراحی شده اما دور از دسترس بیماران و عموم مردم است ذخیره کرد. امکان دیگر برای ذخیره سازی موقت، یک مخزن سرپوشیده ثابت در داخل یا نزدیک به بخش بالینی است. مخزن مورد استفاده برای پسماندهای عفونی باید به دقت برچسب گذاری شده و ترجیحا قابلیت قفل نمودن باشند.

### ۲-۷- حمل پسماند در محل

حمل در محل باید تا حد امکان در خلال ساعات خلوت روز صورت پذیرد. به منظور پیشگیری از مواجهه کارکنان و بیماران با پسماندها و نیز به حداقل رساندن عبور و مرور ترالی های حمل پسماند از میان محل های مراقبت بیماران و دیگر اماکن تمیز باید مسیرهای معین از پیش تعیین شده ای جهت حمل در محل پسماندها مورد استفاده قرار گیرد. بسته به طراحی مرکز خدمات بهداشتی درمانی باید تا جایی که امکان دارد برای حمل در محل پسماندها از طبقات، راه پله ها یا آسانسورهای مجزا استفاده کرد. نیروهای خدماتی مسئول حمل باید از تجهیزات حفاظت فردی مناسب، دستکش، کفش های محکم و جلو بسته، لباس کار (لباس یکسره) و ماسک استفاده نمایند. پسماندهای خطرناک و غیر خطرناک باید همیشه به طور مجزا حمل شوند. به طور کلی سه نوع مختلف سیستم حمل وجود دارد:

- ترالی های مخصوص حمل پسماندهای عادی باید مشکی رنگ بوده، تنها برای پسماندهای غیر خطرناک مورد استفاده قرار گیرند و برچسب "پسماند عادی" یا "پسماند غیرخطرناک" بر روی آن چسبانده شود؛

- پسماندهای عفونی می توانند به همراه پسماندهای تیز و برنده حمل شوند. به منظور پیشگیری از انتشار احتمالی عوامل عفونی، نباید پسماندهای عفونی به همراه دیگر پسماندهای خطرناک حمل شوند. ترالی ها باید به رنگ مخصوص پسماندهای عفونی (زرد رنگ) رنگ آمیزی شده و با علامت " پسماندهای عفونی " برچسب گذاری شوند؛
  - سایر پسماندهای خطرناک، مثل پسماندهای شیمیایی و دارویی باید به طور مجزا در مخازن مخصوص به محل های ذخیره سازی مرکزی حمل شوند.
- استفاده از کانال های پرتاب (سیستم شوتینگ) پسماند در مراکز خدمات بهداشتی درمانی توصیه نمی شود زیرا می توانند خطر انتقال عوامل عفونی از طریق هوا را افزایش دهند.

## ۸-۲- ترالی های حمل

- پسماندهای تولیدی در واحدهای ارائه خدمات بهداشتی و درمانی می توانند حجیم و سنگین باشند و باید توسط ترالی های چرخ داری که فقط برای این کار در نظر گرفته شده است حمل شوند. برای جلوگیری از بروز صدمات و انتقال عفونت، ترالی ها باید دارای ویژگی های زیر باشند:
- بارگیری و تخلیه آن ها راحت باشد؛
  - فاقد لبه های تیز باشند که در طی بارگیری یا تخلیه موجب تخریب کیسه ها یا مخازن نشوند؛
  - به راحتی تمیز شوند، و در صورتی که کف آنها مسدود است، مجهز به سوراخ زهکش و درپوش باشند؛
  - برچسب گذاری شوند و به یک نوع پسماند خاص تخصیص داده شوند؛
  - به راحتی بتوان آن ها را هل داد و کشید؛
  - بیش از حد بلند و مرتفع نباشد (به منظور اجتناب از محدود نمودن دید نیروی خدماتی حمل پسماند)؛
  - دارای قفل باشد (برای پسماندهای خطرناک)؛
  - دارای اندازه مناسب و متناسب با حجم پسماندهای تولیدی در مرکز خدمات بهداشتی درمانی باشد،
- پسماندها به ویژه پسماندهای خطرناک را به دلیل خطر حادثه یا جراحت ناشی از مواد عفونی یا دفع نامناسب اقلام تیز و برنده که ممکن است از مخازن بیرون زده باشند هرگز نباید با دست انتقال داد.
- ترالی های اضافی (یدک) باید در صورت شکستگی و تعمیر در دسترس باشند. وسایل حمل پسماند باید روزانه شست و شو و گندزدایی شوند. تمام کیسه های پسماند مهر و موم شده باید در ترالی ها قرار گیرند و تا پایان انتقال صدمه نبینند.

## ۹-۲- تعیین مسیر

در بحث حمل در داخل مراکز، برای پسماندهای خطرناک و غیر خطرناک بایستی مسیرهای مجزای مخصوص طراحی شده و مورد استفاده قرار گیرند. به طور کلی مسیر پسماند باید از اصل "تمیز به کثیف" پیروی نماید. جمع آوری را باید از بخش های بالینی حساس از نقطه نظر مسائل بهداشتی (مثل بخش مراقبتهای ویژه، دیالیز، اتاق عمل) شروع کرد و از یک مسیر ثابت در سرتاسر بخش های پزشکی و محل های ذخیره سازی موقت دنبال شود. باید دفعات جمع آوری پسماند ها را با توجه به تجربیات کسب شده اصلاح نمود تا اطمینان حاصل شود که در هیچ زمانی ظروف پسماند پر شده وجود ندارد. پسماندهای فعال از نظر بیولوژیکی (مثل پسماندهای عفونی) را باید حداقل روزی یکبار جمع آوری نمود. برنامه مسیر از موارد زیر تاثیر می پذیرد:

- حجم پسماند و تعداد کیسه ها یا مخازن پسماند؛
- نوع پسماند؛
- ظرفیت ذخیره سازی پسماند در بخش بالینی و در محل های ذخیره سازی موقت پسماند؛
- ظرفیت ترالی های انتقال؛
- فاصله انتقال و دفعات رفت و آمد بین نقاط جمع آوری.

## ۱۰-۲- ذخیره سازی مرکزی در داخل واحدهای ارائه خدمات بهداشتی و درمانی

محل یا اتاقک ذخیره سازی موقت مرکزی، مناطقی در داخل واحدهای ارائه خدمات بهداشتی و درمانی می باشند که انواع مختلف پسماند باید جهت نگهداری ایمن تا زمان پردازش یا جمع آوری برای انتقال به خارج از محل به آن مناطق آورده شوند. الزامات کلی آورده شده در ادامه، مربوط با اکثر مراکز خدمات بهداشتی درمانی بوده که در آنها پسماند به اندازه کافی تولید شده و نیازمند ذخیره سازی مرکزی می باشند. برخی از انواع روش های ذخیره سازی برای موارد خاص (مثل خون، مواد رادیواکتیو، مواد شیمیایی) تنها در مراکز پزشکی بزرگ و تخصصی مورد نیاز می باشند.

### ویژگی محل نگهداری موقت پسماند:

واحد ذخیره سازی باید:

- کف غیر قابل نفوذ، محکم و دارای زهکش مناسب باشد (دور از رودخانه ها)؛ وبه آسانی تمیز و گندزدایی شود؛
- دارای تسهیلات نگهداری مواد زاید معمولی جدای از مواد زاید عفونی و دیگر مواد خطرناک باشد؛
- منبع آب برای اهداف تمیز کاری داشته باشد؛
- مسیر دسترسی آسانی برای کارگر جابجا کننده مواد زائد داشته باشد؛

- به منظور عدم دسترسی افراد غیر مسئول قابل قفل نمودن باشد؛
- دسترسی آسان برای وسایل نقلیه جمع آوری مواد زائد داشته باشد؛
- از نور خورشید محافظت گردد؛
- دور از دسترس حیوانات، حشرات و پرندگان باشد؛
- نور و حداقل سیستم تهویه مناسب را داشته باشد؛
- از مجاورت با انبار مواد غذایی تازه و محوطه آماده سازی غذا دور باشد؛
- دارای منبع تجهیزات تمیزکاری، پوشش های حفاظت، کیسه ها و ظروف مواد زائد در نزدیکی واحد باشد؛
- دارای دستشویی با شیر آب دائمی و صابون باشد و به آسانی در دسترس کارکنان قرار گیرند؛
- به طور منظم تمیز شوند (حداقل هفته ای یک بار)؛
- تجهیزات جمع آوری مواد ریخته شده آلوده را داشته باشد؛
- متناسب با حجم مواد زائد تولیدی در هر تسهیلات مراقبت های بهداشتی باشد.

یک محل ذخیره سازی برای پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی باید در داخل مراکز خدمات بهداشتی درمانی تعبیه شود. فضای مورد نیاز ذخیره سازی پسماند باید زمانی که ساختمان طراحی می شود در نقشه ساختمان گنجانده شود؛ به عنوان مثال به " رهنمودهایی برای طراحی و ساخت و ساز بیمارستان ها و مراکز مراقبت های بهداشتی درمانی " مراجعه گردد. اماکن ذخیره سازی پسماند باید با توجه به کمیت پسماند تولیدی و تناوب جمع آوری ساخته شوند. این محل ها باید کاملاً محصور بوده و از انبارها و محل های تهیه و آماده سازی غذا مجزا باشند. برای این محل ها باید سکوهای بارگیری، فضای متراکم کننده ها و قفسه بندی مورد استفاده برای بسته بندی مقواها، قفسه هایی برای نگهداری جعبه های مخصوص پسماندهای تیز و برنده، محل هایی برای ذخیره سازی ایمن (برای مثال باطری ها و لامپ ها) تدارک دیده شود.

محل های ذخیره سازی باید بر اساس سطح خطر پسماند ذخیره شده برچسب زنی شوند. اشکال زیر علائم متداول نشان دهنده خطر پسماندها را نشان می دهند.



ورود افراد متفرقه در تمام محوطه های ذخیره سازی ممنوع است



علامت خطر زیستی برای مواد زائد عفونی و تیز و برنده



علامت سمی برای مواد زائد شیمیایی و دارویی خطرناک

شکل ۲-۳: نمونه هایی از برچسب های مورد استفاده در فضای بیرونی محل های ذخیره سازی



خوردن و آشامیدن ممنوع است

سیگار نکشید

شکل ۲-۴: نمونه هایی از برچسب های مورد استفاده در فضای درونی محل های ذخیره سازی

### ۱۱-۲- ذخیره سازی پسماندهای خطرناک

برای ذخیره سازی پسماندهای خطرناک، ملاحظات بیشتری علاوه بر الزامات کلی باید مد نظر قرار گیرد.

#### ۱-۱۱-۲- ذخیره سازی پسماندهای عفونی

محل ذخیره سازی این نوع پسماندها باید بوسیله چسباندن علامت خطر زیستی به عنوان یک محل ذخیره سازی پسماند عفونی علامت گذاری شود. کف و دیواره ها باید غیر قابل نفوذ باشند و قابلیت گندزدایی داشته باشند. در صورت امکان محل ذخیره سازی پسماند باید به سیستم فاضلاب مخصوص فاضلاب های عفونی بیمارستانی متصل باشد. فشرده سازی پسماندهای عفونی تصفیه نشده یا پسماندهای حاوی مقادیر بالای خون با سایر مایعات بدن که برای دفع خارج از محل نگهداری شده اند مجاز نیست. پسماندهای تیز و برنده را می توان بدون مشکل ذخیره کرد، اما سایر پسماندهای عفونی را باید در جای خنک و یا ترجیحا در دمای بین ۳ تا ۸ درجه سلسیوس نگهداری کرد البته اگر ذخیره سازی برای مدت بیش از یک هفته باشد. اگر سردخانه در دسترس نباشد، زمان ذخیره سازی برای پسماندهای عفونی (یعنی فاصله بین تولید تا تصفیه یا پردازش) نباید از دوره های زمانی زیر تجاوز نماید:

آب و هوای معتدل	آب و هوای گرم
۷۲ ساعت در زمستان	۴۸ ساعت در طول فصل های خنک
۴۸ ساعت در تابستان	۲۴ ساعت در طول فصل های گرم

## ۲-۱۱-۲-ذخیره سازی پسماندهای پاتولوژیکی

پسماندهای پاتولوژیکی به دلیل احتمال رشد عوامل بیماری زای موجود در آنها به عنوان پسماندهای فعال از نظر زیستی در نظر گرفته می شوند. تولید گاز در خلال ذخیره سازی این نوع پسماندها نیز باید مدنظر باشد. به منظور به حداقل رساندن این احتمالات، اماکن ذخیره سازی این نوع پسماندها باید دارای شرایطی مشابه اماکن ذخیره سازی پسماندهای عفونی و تیز و برنده باشند.

در برخی از فرهنگ ها و جوامع، اجزای بدن برای اجرای مراسم آیینی به اعضای خانواده داده می شود یا اینکه در محل های تعبیه شده دفن می شوند. این پسماندها باید قبل از انتشار عوامل عفونی در کیسه های نفوذناپذیر قرار داده شوند. در شکل زیر نمونه ای از برچسب اتاق ذخیره سازی پسماندهای پاتولوژیک نشان داده شده است.



شکل ۲-۵: برچسب محل ذخیره سازی پسماند پاتولوژیک

## ۳-۱۱-۲-ذخیره سازی پسماندهای دارویی

پسماندهای دارویی باید از دیگر پسماندها تفکیک شده و مطابق ضوابط و مقررات ملی مدیریت گردد. به طور کلی، پسماندهای دارویی ممکن است خطرناک یا غیرخطرناک، و از نظر ماهیت جامد یا مایع باشند، که هر کدام باید متناسب با ماهیت خود جابه جا و مدیریت شوند. طبقه بندی این پسماندها باید توسط یک داروساز یا دیگر متخصصان حوزه دارو صورت پذیرد. پسماندهای دارویی را می توان به صورت فهرست های زیر طبقه بندی کرد: پسماندهای دارویی غیر خطرناک که میتوان آنها را در یک محل ذخیره سازی پسماندهای غیرخطرناک ذخیره نمود:

- آمپول های حاوی محتویات غیرخطرناک (مثل ویتامین ها)؛
- مایعات حاوی محتویات غیر خطرناک از قبیل ویتامین ها، نمک ها (کلرید سدیم)، نمک های آمونیوم؛
- جامدات یا شبه جامداتی از قبیل قرص ها، کپسول ها، گرانول ها، پودرهای مخصوص تزریق، مخلوط ها، کرم ها، لوسیون ها، ژل ها و شیاف ها؛
- قوطی های آئروسول شامل اسپری ها و افشانه های تنفسی

پسماندهای خطرناکی که باید مطابق با مشخصه های شیمیایی خود (مثل داروهای ژنوتوکسیک) یا بر اساس الزامات ویژه برای دفع (مثلا داروها یا آنتی بیوتیک های تحت کنترل) ذخیره شوند:

- داروهای تحت کنترل (که باید تحت نظارت دولت ذخیره شوند)؛
- ضدعفونی کننده ها و گندزداها؛
- داروهای ضد عفونت (مثل آنتی بیوتیک ها)؛
- داروهای ژنوتوکسیک (پسماندهای ژنوتوکسیک)
- آمپول های حاوی آنتی بیوتیک ها و داروهای مشابه

پسماندهای ژنوتوکسیک بسیار سمی بوده و باید از سایر پسماندهای مراکز ارائه خدمات بهداشتی درمانی به دقت جداسازی (تفکیک) شده و دور از سایر پسماندها در یک محل ایمن اختصاصی ذخیره شوند. این پسماندها را می توان به شیوه های مشابه پسماندهای شیمیایی سمی ذخیره کرد، البته برخی از داروهای سایتوتوکسیک خطر ایجاد عفونت به همراه دارند.

#### ۴-۱۱-۲- ذخیره سازی پسماندهای شیمیایی

هنگام طراحی محل ذخیره پسماندهای شیمیایی خطرناک، مشخصه های مواد مختلف شیمیایی که قرار است ذخیره و دفع شوند (اشتعال پذیری، خوردگی، قابلیت انفجار) باید مدنظر قرار گیرد. محل ذخیره سازی این پسماندها باید یک محل محصور و مجزا از سایر محل های ذخیره سازی باشد برای ذخیره سازی مواد شیمیایی مایع، محل ذخیره سازی باید به یک فاضلابرو که نسبت به مواد شیمیایی یا مایعات نفوذ ناپذیر است، مجهز باشد. در صورتی که فاضلابرو وجود نداشته باشد، باید در زیر ظروف ذخیره سازی، مخازنی برای جمع آوری مایعات نشت یافته قرار داد. در محل ذخیره سازی مرکزی، بایستی کیت های سنجش نشت، تجهیزات حفاظتی و جعبه کمک های اولیه (حاوی چشم شوی) موجود باشد. محل ذخیره سازی باید دارای روشنایی کافی و تهویه مناسب جهت پیشگیری از تجمع فیوم های سمی وجود داشته باشد.





ذخیره سازی ایمن و پیشرفته مواد شیمیایی در بخش های مختلف

ذخیره مواد شیمیایی مایع در ظروف پلاستیکی مقاوم



کابینت ایمن برای مواد قابل اشتعال

داخل کابینت های ایمن برای مواد قابل اشتعال

### شکل ۲-۶: نمونه هایی از مکان های ذخیره سازی مواد زاید شیمیایی

برای اطمینان از ذخیره سازی ایمن پسماندهای شیمیایی، نواحی ذخیره سازی مجزا باید تعبیه گردد تا از فعل و انفعالات خطرناک شیمیایی اجتناب شود. این نواحی باید بر اساس کلاس خطر خود برچسب زنی شوند. چنانچه بیش از یک کلاس خطر برای یک پسماند خاص تعریف شده باشد، باید از خطرناک ترین کلاس استفاده کرد:

- بخش پسماندهای قابل انفجار
- بخش پسماندهای اسیدی خورنده
- بخش پسماندهای قلیایی خورنده (بازها)
- بخش پسماندهای سمی
- بخش پسماندهای اشتعال پذیر
- بخش پسماندهای اکسید شونده

- بخش پسماندهای حلال های هالوژنه (حاوی کلر، برم، ید، فلوئور)

- بخش پسماندهای حلال های غیر هالوژنه

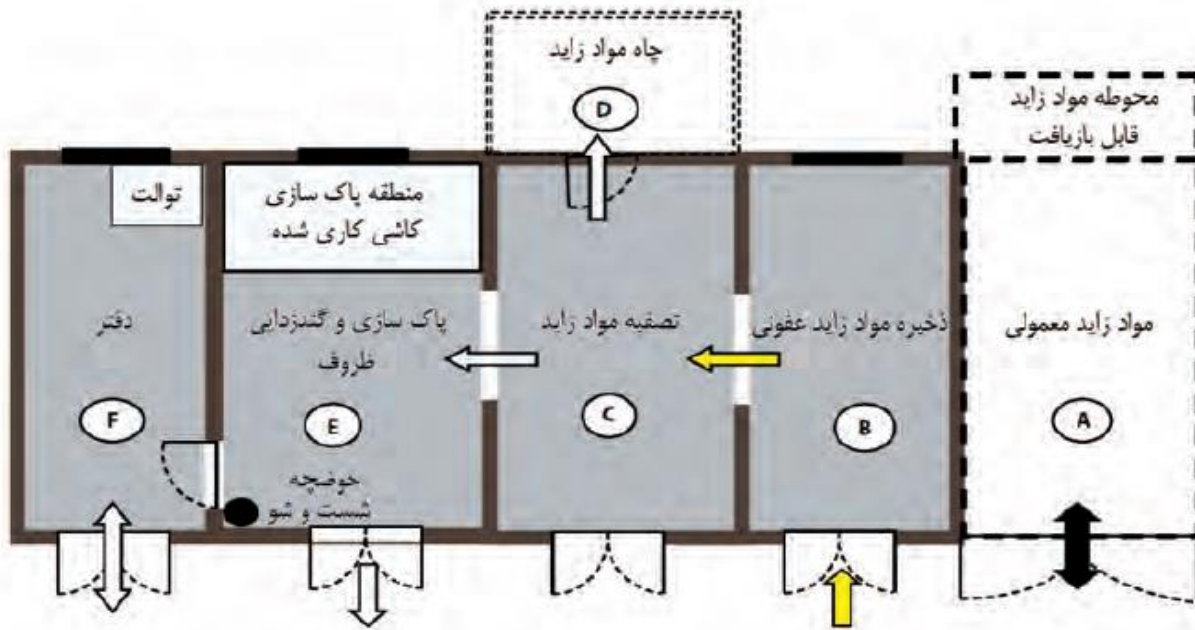
پسماندهای مایع و جامد باید مجزا از هم ذخیره شوند. در صورت امکان بسته بندی اصلی ماده شیمیایی را باید برای ذخیره سازی نگه داشت، یا اینکه به همان صورت بسته بندی شوند. بسته بندی مورد استفاده برای ذخیره سازی و حمل پسماندهای شیمیایی به خارج از محل نیز باید برچسب گذاری شوند. این برچسب باید دارای این اطلاعات باشد: علائم خطر، طبقه بندی پسماند، تاریخ و نقطه تولید (در صورت عملی بودن). محل ذخیره سازی برای مواد قابل انفجار یا بسیار اشتعال پذیر باید از بالا و پایین تهویه مناسب داشته باشد، کف و ساختمان باید از موادی ساخته شود که در برابر انفجار یا نشت مقاوم باشند.

### ۵-۱۱-۲- پسماندهای رادیواکتیو

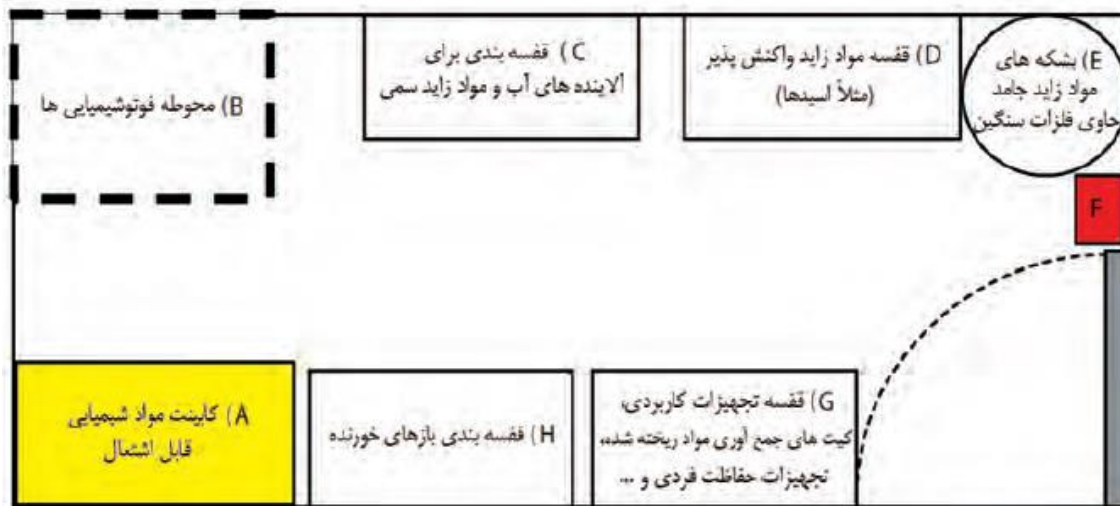
پسماندهای رادیواکتیو مطابق رهنمود مراجع ذیربط مدیریت می گردد.

### ۱۲-۲- جانمایی محل های ذخیره سازی پسماند

چنانچه قرار است سیستم های جدید مدیریت پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی توسعه یابد و زیرساخت های جدید طرح ریزی شوند، باید یک "محوطه مخصوص پسماند" ساخته شود. یک محوطه مخصوص پسماند مکانی است که فعالیت های مرتبط با مدیریت پسماند در آنجا به طور یکپارچه صورت می پذیرد. به منظور تمرکز بر یک اقدام خاص، بهتر آن است که ساختمان های با کاربری چندگانه (محل های ذخیره سازی پسماند) شامل (A) یک محل ذخیره سازی حصارکشی شده برای پسماندهای معمولی، (B) اتاقی برای پسماندهای عفونی، (C) یک اتاق مخصوص تصفیه (پردازش)، (D) یک محل حصار کشی شده دارای چاهک خاکستر یا چاهک پسماند تیز و برنده، (E) اتاقی برای تمیزسازی مخازن، و (F) اتاق اداری تمیز دارای رختکن و دستشویی طرح ریزی و احداث شود.



شکل ۲-۷: طرح محوطه ذخیره سازی پسماند



شکل ۲-۸: طرح کلی اتاق ذخیره سازی مواد شیمیایی

## فصل سوم - روش های دفع و تصفیه (بی خطر سازی)

پرسش های مهم که در این فصل پاسخ داده می شوند:

- هدف از بی خطر سازی پسماند چیست؟
  - فاکتور های موثر در انتخاب روش های بی خطر سازی چیست؟
  - انواع روش های بی خطر ساز کدامند؟
  - انواع مختلف پسماند با چه روش هایی مدیریت می گردند؟
  - دلایل کاربرد روش های غیر سوز (non-incineration technologies) در ایران چیست؟
- هدف از بی خطر سازی پسماند، کاهش خطر بالقوه ناشی از پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی و تلاش در جهت حفاظت از محیط زیست می باشد. بی خطر سازی پسماند باید در ساختار سلسله مراتب مدیریت پسماند گنجانده شود. اقدامات مدیریتی باید در ابتدا کمینه سازی و استفاده مجدد را در صورتی که کاربرد آنها ایمن باشد، مدنظر قرار دهند. در مواردی که چنین اقداماتی امکان پذیر نباشد، مواد زائد غیر قابل استفاده باید به منظور کاهش خطرات احتمالی بهداشتی یا زیست محیطی و کاهش حجم، ترجیحا بی خطر سازی شده و باقیمانده برای دفن در زمین به یک محل مناسب فرستاده شود.

### ۱-۳- انتخاب روش های بی خطر سازی

انتخاب روش بی خطر سازی، در برگیرنده ملاحظات مربوط به مشخصه های پسماند، قابلیت ها و الزامات مرتبط با فناوری، فاکتور های زیست محیطی و ایمنی و هزینه است که بسیاری از آنها به شرایط محل بستگی دارد. فاکتورهایی که باید مد نظر قرار گیرند عبارتند از:

- ویژگی های پسماند
- کمیت پسماند هایی که قرار است بی خطر سازی و دفع شوند
- توانایی مرکز خدمات بهداشتی - درمانی برای جابجایی و مدیریت پسماند تولیدی
- انواع پسماند هایی که قرار است بی خطر سازی و دفع شوند
- قابلیت ها و الزامات فناورانه (تکنولوژیکی)
- در دسترس بودن گزینه ها و فناوری های محلی بی خطر سازی
- ظرفیت سیستم
- کارایی سیستم بی خطر سازی
- کاهش وزن و حجم
- الزامات مربوط به راه اندازی و نصب
- فضای موجود برای تجهیزات
- الزامات زیرساختی
- الزامات مربوط به بهره برداری و نگهداری
- مهارت های مورد نیاز برای بهره برداری از فناوری بی خطر سازی

- فاکتورهای زیست محیطی و ایمنی
- انتشارات محیطی ناشی از فناوری بی خطر سازی
- موقعیت و تاسیسات پیرامون محل بی خطر سازی و مرکز دفع
- ملاحظات ایمنی و بهداشت شغلی
- مقبولیت عمومی
- گزینه های در دسترس برای دفع نهایی
- الزامات قانونی
- ملاحظات مربوط به هزینه
- هزینه خرید تجهیزات
- هزینه حمل و نقل و خدمات رایج
- هزینه های کارگزاری و پورسانت های مربوطه
- هزینه های بهره برداری سالیانه شامل اقدامات پیشگیرانه و آزمایشات مورد نیاز
- هزینه حمل و دفع پسماند بی خطر سازی شده
- هزینه های مرتبط با مستند سازی

پنج فرایند پایه برای بی خطر سازی اجزای خطرناک موجود در پسماندهای خدمات بهداشتی-درمانی به طور ویژه اقلام تیز و برنده، پسماندهای عفونی و پاتولوژیک وجود دارد که عبارتند از: فرآیندهای حرارتی، شیمیایی، پرتوتابی، زیستی (بیولوژیک) و مکانیکی.

## ۲-۳- مروری بر فناوری های بی خطر سازی پسماند

### ۱-۲-۳- فرآیندهای حرارتی

این فرآیندها برای از بین بردن عوامل خطرناک موجود در پسماند، به کاربرد حرارت (انرژی گرمایی) متکی می باشند. فرآیندهای حرارتی عمده ترین فرایند مورد استفاده برای بی خطر سازی پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی در سرتاسر جهان می باشند. این فرآیندها را می توان به دو زیر مجموعه فرآیندهای با انرژی حرارتی بالا و پایین تقسیم بندی کرد. این تقسیم بندی به دلیل تفاوت های فاحش در واکنش های ترمو شیمیایی و تغییرات فیزیکی که در خلال بی خطر سازی پسماند در انواع مختلف تجهیزات رخ می دهند حائز اهمیت است. این تفاوت ها باعث ایجاد مشخصه های بسیار متفاوت در انتشارات خروجی از دستگاه ها می شود.

فرآیندهای حرارتی با انرژی حرارتی پایین، فرآیند هایی هستند که در آنها از دماهایی استفاده می شود که تنها برای از بین بردن میکروارگانیسم ها کفایت می کند اما قادر به ایجاد احتراق یا پیرولیز پسماند نمی باشند. پیرولیز، تجزیه حرارتی یک ماده به واسطه کاربرد حرارت در غیاب اکسیژن می باشد. پیرولیز مورد خاصی از تجزیه حرارتی بوده و رایج ترین کاربرد را برای مواد آلی دارد. این فرایند در درجه حرارت های بالا اما بدون

دخالته اکسیژن صورت می‌گیرد، اما باید توجه داشت که در عمل داشتن یک محیط کاملاً عاری از اکسیژن مشکل است، بنابراین تا حدودی واکنش‌های اکسیداسیون نیز رخ می‌دهد. به طور کلی، فناوری‌های حرارتی با انرژی حرارت پایین در درجه حرارت‌های بین ۱۰۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد راهبری می‌شوند. فرآیندهای با انرژی حرارتی پایین در محیط‌های مرطوب یا خشک صورت می‌پذیرند. بی‌خطر سازی حرارتی مرطوب شامل به‌کارگیری بخار برای بی‌خطر سازی پسماند بوده و غالباً در یک اتوکلاو یا سیستم بی‌خطر سازی مبتنی بر بخار انجام می‌گیرد. بی‌خطر سازی با میکروویو اساساً یک فرایند حرارتی مرطوب است زیرا فرآیند بی‌خطر سازی به واسطه‌ی حرارت مرطوب (آب داغ یا بخار) تولیدی توسط انرژی میکروویو رخ می‌دهد. در فرایند‌های خشک از هوای داغ بدون اضافه شدن آب یا بخار برای بی‌خطر سازی پسماند استفاده می‌شود. در سیستم‌های حرارتی خشک، پسماند از طریق رسانش، همرفت و یا پرتوایی حرارتی با استفاده از مبدل‌های گرمایی یا امواج مادون قرمز حرارت داده می‌شود.

### ۲-۲-۳- فرآیندهای شیمیایی

در روش‌های بی‌خطر سازی شیمیایی از گندزدهایی نظیر دی‌اکسید کلر محلول، آب ژاول (هیپوکلریت سدیم)، اسید پراستیک، محلول آهک، گاز ازن و یا مواد شیمیایی غیر آلی خشک (مانند پودر اکسید کلسیم) استفاده می‌شود. در فرایندهای شیمیایی به منظور افزایش مواجهه و تماس پسماند با عامل شیمیایی غالباً عملیات خرد سازی، آسیاب کردن یا اختلاط نیز صورت می‌پذیرد. در سیستم‌های مایع (آبگون) توده پسماند را می‌توان به منظور جداسازی و بازیافت ماده گندزدا از یک مرحله آبیگری عبور داد. علاوه بر گندزدهای شیمیایی، ترکیبات کپسوله سازی وجود دارند که می‌توانند اقلام تیز و برنده، خون و سایر مایعات بدن را قبل از دفع در درون یک محفظه، جاسازی نمایند. نمونه دیگری از یک فرایند شیمیایی سیستمی است که در آن از قلیای داغ برای هضم بافت‌ها، پسماندهای پاتولوژیک، اجزای آناتومیک و لاشه حیوانات در تانک‌هایی از جنس فولاد ضد زنگ استفاده می‌شود.

### ۳-۲-۳- فناوری‌های مبتنی بر تابش پرتو

بی‌خطر سازی با استفاده از پرتو در برگیرنده فرایندهایی است که در آن‌ها از پرتو تولیدی توسط منابع اشعه‌های الکترونی، کبالت ۶۰ یا فرابنفش استفاده می‌شود. این فناوری‌ها نیازمند پوشش گذاری (حفاظ) می‌باشند تا از مواجهه شغلی بالا با پرتو الکترومغناطیس ممانعت به عمل آید. کارایی تخریب عوامل بیماری‌زا در این فرآیندها به دوز جذب شده توسط توده پسماند بستگی دارد. اشعه‌های الکترونی به اندازه کافی برای نفوذ به کیسه‌ها و مخازن پسماند قدرت دارند. پرتو فرابنفش میکروب کش، به عنوان مکملی در کنار دیگر فرایندهای بی‌خطر سازی، برای از بین بردن میکروارگانیسم‌های منتقله از هوا مورد استفاده قرار گرفته است، اما قادر به نفوذ به درون کیسه‌های دربسته پسماند نمی‌باشند.

#### ۴-۲-۳- فرایندهای زیستی

این فرایندها در ارگانسیم های زنده موجود در طبیعت وجود داشته و بی خطر سازی توسط آن ها صورت می گیرد، اما در این بحث اختصاصا به تجزیه مواد آلی در هنگام استفاده از آن ها برای بی خطر سازی پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی اطلاق می شود. در برخی از سیستم های بی خطر سازی زیستی برای تسریع در تخریب پسماندهای آلی حاوی عوامل بیماری زا از آنزیم ها استفاده می شود. فرایند کمپوست و کمپوست سازی با استفاده از کرم (ورمی کمپوستینگ: یعنی هضم مواد آلی توسط کرم ها) مثالی از این فرایندهای زیستی بوده که به طور موفقیت آمیزی برای تجزیه پسماندهای تولیدی در آشپزخانه بیمارستان ها و نیز سایر پسماندهای آلی قابل هضم و پسماندهای مربوط به جفت و جنین مورد استفاده قرار گرفته اند. تخریب و تجزیه طبیعی پسماندهای پاتولوژیک از طریق دفن در زمین مثال دیگری از یک فرایند بی خطر سازی زیستی است.

#### ۵-۲-۳- فرایندهای مکانیکی

فرایندهای بی خطر سازی مکانیکی شامل فناوری های متعدد آسیاب نمودن، خرد سازی، مخلوط کردن و فشرده سازی است که موجب کاهش حجم پسماند می شود ولی این فرایندها نمی توانند عوامل بیماری زا را از بین ببرند. در اغلب موارد، فرایندهای مکانیکی به تنهایی برای بی خطر سازی پسماندهای خدمات بهداشتی- درمانی مورد استفاده قرار نمی گیرند بلکه مکمل سایر روش های بی خطر سازی می باشند. تخریب مکانیکی می تواند توده پسماندی یکنواخت و غیر قابل تشخیص ایجاد نماید و می توان از آن برای تخریب سوزن ها و سرسنگ ها (بسته به نوع عملیات ریزریز سازی) استفاده کرد. در موارد کاربرد فرایندهای بی خطر سازی حرارتی یا شیمیایی نیز استفاده از وسایل مکانیکی از قبیل خردکن ها و مخلوط گر ها (میکسر ها) می تواند نرخ انتقال حرارت را بهبود بخشیده و یا مساحت سطحی بیشتری از پسماند را تحت مواجهه با عامل بی خطر سازی کننده قرار دهد. وسایل مکانیکی مورد استفاده برای آماده سازی پسماند پیش از کاربرد سایر اشکال تخریب پسماند، به طور قابل ملاحظه ای به سطح کنونی مدیریت و نگهداری مورد نیاز جهت بی خطر سازی کارآمد و ایمن پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی اضافه می شوند.

علاوه بر خردکن ها وسایل مکانیکی دیگری همچون مخلوط کننده ها و دیگر وسایل مکانیکی بخشی جدایی ناپذیر از یک سیستم بسته بی خطر سازی می باشند. این وسایل نباید پیش از آنکه پسماندهای ورودی بی خطر سازی شوند مورد استفاده قرار گیرند. چنانچه این وسایل پیش از بی خطر سازی پسماندها مورد استفاده قرار گیرند، کارگران در معرض خطر بالای مواجهه با عوامل بیماری زا وجود در آئروسل های منتشره به محیط در اثر تخریب مکانیکی کیسه های پسماندهای بی خطر سازی نشده خواهند بود. چنانچه فرایندهای مکانیکی بخشی از یک سیستم بسته بی خطر سازی باشند، فناوری باید به نحوی طراحی شود که هوای موجود در فرایند مکانیکی و خروجی از آن پیش از انتشار به محیط پیرامون گندزدایی شود.

### ۳-۳- مناسب بودن روش های بی خطر سازی برای پسماندهای عفونی

بخش اعظمی از پسماندهای خطرناک واحدهای ارائه خدمات بهداشتی درمانی به طور بالقوه عفونی هستند. اغلب فناوری های پایه ریزی شده مدیریت پسماند بر بی خطر سازی پسماندها متمرکز می باشند. تصفیه یا بی خطر سازی عبارت از کاهش یا حذف میکروارگانیسم های بیماری زا به منظور به حداقل رساندن پتانسیل انتشار بیماری ها است.

سترون سازی (استریلیزاسیون) به از بین بردن کلیه اشکال میکروب ها اطلاق می شود. نظر به اینکه حذف کامل تمامی میکروارگانیسم ها مشکل می باشد، سترون سازی وسایل پزشکی و جراحی معمولاً برحسب ۶ پایه لگاریتمی (یعنی ۹۹/۹۹۹۹ درصد) یا بیشتر یک میکروارگانیسم خاص که به فرایند بی خطر سازی بسیار مقاوم می باشد، بیان می گردد. ۶ پایه لگاریتمی کاهش، که گاهی اوقات به صورت از بین بردن به میزان پایه لگاریتمی نیز نوشته می شود، معادل احتمال بقاء یک میکروب در یک جمعیت یک میلیون میکروبی است. سیستم طبقه بندی انجمن ایالتی و ناحیه ای فناوری های بی خطر سازی جایگزین (STAATT) به جای واژه های ضد عفونی یا سترون سازی، اصطلاح سطوح "غیرفعال سازی" میکروبی را اختصاصاً برای بی خطر سازی پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی ارائه کرده است (وب سایت [istaatt.org](http://istaatt.org) را ببینید). سطوح تعریف شده غیرفعال سازی میکروبی به شرح زیر است:

- سطح یک: غیرفعال سازی اشکال رویشی باکتری ها، قارچ ها و ویروس های چربی دوست به میزان ۶ پایه لگاریتمی با بیشتر؛
- سطح دو: غیرفعال سازی اشکال رویشی باکتری ها، قارچ ها و ویروس های چربی/آب دوست، انگل ها و مایکوباکتری ها به میزان ۶ پایه لگاریتمی یا بیشتر؛
- سطح سه: غیرفعال سازی اشکال رویشی باکتری ها، قارچ ها و ویروس های چربی/آب دوست، انگل ها و مایکوباکتری ها به میزان ۶ پایه لگاریتمی یا بیشتر؛ و غیرفعال سازی اسپورهای ژئوباسیلوس استئاروترموفیلوس و اسپورهای باسیلوس آتروفائوس به میزان ۴ پایه لگاریتمی با بیشتر؛
- سطح چهار: غیرفعال سازی اشکال رویشی باکتری ها، قارچ ها و ویروس های چربی/آب دوست، انگل ها و مایکوباکتری ها و اسپورهای ژئوباسیلوس استئاروترموفیلوس به میزان ۶ پایه لگاریتمی با بیشتر. استانداردهای رایج غیرفعال سازی میکروبی برای بی خطر سازی پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی بر اساس معیار STAATT "سطح دو" می باشد. آزمایش و سنجش منظم کارایی فنون ضد عفونی دارای اهمیت است. کشورهای مختلف می توانند در این زمینه پروتکل های متفاوتی داشته باشند، اما به هر حال رهنمودها و شیوه های کلی، مثل شیوه های آزمایش ارائه شده توسط STAATT که تحت بازنگری مداوم هستند، در دسترس می باشند.

نکته: استانداردهای رایج غیرفعال سازی میکروبی برای بی خطر سازی پسماندهای تولیدی در واحدهای ارائه خدمات بهداشتی درمانی در ایران بر اساس " ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته" بر اساس معیار STAATT "سطح چهار" می باشد.



## ۴-۳- فناوری های بی خطر سازی مبتنی بر بخار

### ۱-۴-۳- اتوکلاو

اتوکلاوها قادر به بی خطر سازی گستره وسیعی از پسماندهای عفونی شامل محیط های کشت، پسماندهای تیز و برنده، مواد آلوده شده با خون و مقادیر کمی از مایعات، پسماندهای اتاق های جراحی و ایزوله، پسماندهای آزمایشگاهی (به استثنای پسماندهای شیمیایی) و پسماندهای "نرم" ناشی از فعالیت های مرتبط با مراقبت از بیمار (شامل گاز، باند، پارچه ها، روپوش ها و ملحفه ها) می باشند. اتوکلاوها در صورت راهبری در دما و مدت زمان کافی از لحاظ فنی قادر به بی خطر سازی مقادیر کم بافت های انسان می باشند اما ملاحظات اخلاقی، قانونی، فرهنگی، مذهبی و سایر ملاحظات ممکن است از بی خطر سازی این بافت ها ممانعت به عمل آورد. اتوکلاوها معمولاً برای باقیمانده های بزرگ آناتومیکی (اجزای بدن) مورد استفاده قرار نمی گیرند، زیرا تعیین پارامترهای زمان و دمای مناسب مورد نیاز برای نفوذ کامل حرارت به مرکز این نوع باقیمانده ها و اجزا مشکل است.

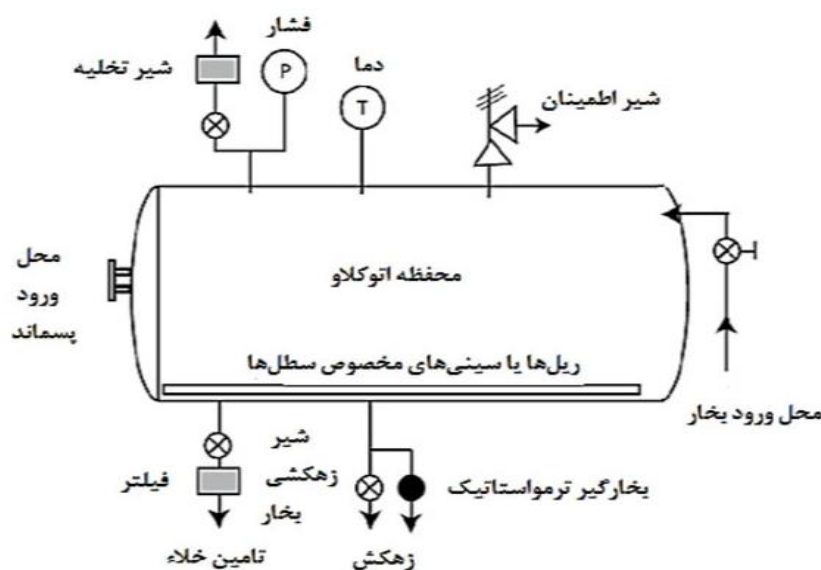
اتوکلاوها بیش از یک قرن است که برای سترون سازی (استریلیزاسیون) تجهیزات پزشکی مورد استفاده قرار می گیرند و چندین سال است که برای بی خطر سازی پسماندهای عفونی به کار گرفته شده اند. یک اتوکلاو متشکل از یک محفظه فلزی مقاوم در برابر فشار به همراه یک درب ضد نشت و مجموعه ای از لوله ها و شیرهایی است که از طریق آن ها بخار به درون محفظه وارد و از آن ها خارج می شود. برخی از اتوکلاوها دارای یک پوشش بیرونی در دورتا دور محفظه بوده که بخار هم وارد پوشش بیرونی و هم درون محفظه می شود. حرارت دهی پوشش بیرونی، ایجاد میعان بر روی دیواره داخلی محفظه را کاهش داده و کاربرد بخار با دماهای پایین تر را امکان پذیر می سازد. اتوکلاوهای بدون پوشش های بیرونی، که گاهی اوقات "retort" خوانده می شوند، معمولاً در کاربردهای بزرگ مقیاس وجود داشته و ساخت آن ها ارزان تر است.

هوا یک عایق موثر و یک فاکتور اساسی در تعیین کارایی بی خطر سازی با بخار می باشد. حذف هوا از اتوکلاو برای اطمینان از نفوذ حرارت به درون توده پسماند ضروری است. برخلاف اتوکلاوهای مورد استفاده برای سترون سازی تجهیزات، در اتوکلاوهای مورد استفاده برای بی خطر سازی پسماندهای خدمات بهداشتی-درمانی، هوایی که در شروع فرایند از دستگاه خارج می شود باید به منظور پیشگیری از انتشار آئروسول های بیماری زا تصفیه شود. این عمل معمولاً از طریق تصفیه هوا به وسیله بخار یا عبور دادن آن از یک فیلتر با راندمان بالا (HEPA) پیش از انتشار به محیط صورت می گیرد. در نهایت اتوکلاوها را می توان با توجه به روش خارج ساختن هوا تقسیم بندی کرد. از این منظر سه نوع رایج اتوکلاو عبارتند از:

- اتوکلاوهای جابه جایی ثقلی
- اتوکلاوهای پیش خلاء یا بیش خلاء (مکش بالا)
- اتوکلاوهای پالس فشاری

یک اتوکلاو جابه جایی ثقلی از این واقعیت که بخار سبک تر از هوا است استفاده می کند. بنابراین بخار تحت فشار به درون محفظه وارد شده و به هوای موجود در محفظه به سمت پایین و منفذ خروجی فشار می آورد.

یک روش موثرتر اما گران تر، استفاده از یک پمپ خلاء و یا یک تزریق کننده بخار برای خارج ساختن هوا پیش از وارد کردن بخار است که این عمل در اتوکلاوهای پیش خلاء (که همچنین اتوکلاوهای مکش بالا نیز خوانده می شوند) صورت می پذیرد. اتوکلاوهای پیش خلاء به دلیل کارایی بالاتر در خارج ساختن هوا از محفظه و تصفیه پسماند نیازمند زمان کمتری برای فرایند بی خطر سازی می باشند. در شکل زیر شمایی ساده از یک اتوکلاو پیش خلاء نشان داده شده است.



شکل ۳-۱: شمایی ساده شده ای از یک اتوکلاو پیش خلاء

در سایر اتوکلاوها از پالس دهی فشاری برای خارج ساختن هوا استفاده می شود. سه نوع اصلی سیستم های پالس دهی شامل ثقلی، پالس دهی خلأئی و خلأ- فشار می باشد. سیستم ثقلی فشاری (یا فلاشینگ بخار) مستلزم آزادسازی مکرر بخار و کاهش فشار درون محفظه به فشار نزدیک به اتمسفر پس از رسیدن فشار به یک سطح از پیش تعیین شده و سپس مجدداً افزودن بخار و افزایش فشار است. راهبری اتوکلاوهای نوع پالس دهی خلأئی مشابه راهبری اتوکلاوهای پیش خلاء است به استثنای اینکه در شروع فرایند بی خطر سازی دو یا بیشتر از دو چرخه خلأ مورد استفاده قرار می گیرد. سیستم های فشار خلأ به وسیله ایجاد فشار و سپس فراهم آوردن شرایط خلأ و تکرار این فرایند تا چندین بار در خلال عملیات بی خطر سازی راهبری می شوند. تناوبی نمودن چرخه های ایجاد فشار به منظور دستیابی به نفوذ سریع بخار مورد استفاده واقع می شود. به طور کلی سیستم های فشار خلأ نیاز به کمترین زمان برای دستیابی به سطح بالای گندزدایی دارند. نظر به اینکه اتوکلاوها باید قادر به تحمل افزایش و کاهش مکرر فشار بخار باشند، مواد مورد استفاده برای ساخت آن ها، طراحی مهندسی، ساخت، صحت حس گرهای دما و فشار و آزمایشات آن ها باید با الزامات پایه برای راهبری ایمن مطابقت داشته باشند. نمونه ای از استانداردهای بین المللی مرتبط با محفظه های تحت فشار شامل EN13445، EN 285، و بخش VIII مجموعه ASME می باشد. برای بی خطر سازی

پسماند، اتوکلاوها باید در فشارهای بین ۱ تا ۲ بار (حدود ۳۰-۱۵ psi یا ۲۲۸۰-۱۵۴۰ میلی متر جیوه) یا بیشتر راهبری شوند.

اتوکلاوهای مورد استفاده برای بی خطرسازی پسماند از اندازه های حدود ۲۰ لیتر تا بیشتر از ۲۰۰۰۰ لیتر متغیر می باشند. فرایندهای حرارتی با انرژی حرارتی پایین نسبت به فرایندهای با انرژی حرارتی بالا آلاینده های کمتری تولید می کنند. در نتیجه حدود انتشارات خاصی برای آلاینده های ناشی از اتوکلاوها و دیگر سیستم های بی خطرسازی مبتنی بر بخار وجود ندارد.

مراحل راهبری یک اتوکلاو می تواند شامل مراحل زیر باشد:

جمع آوری پسماند: کیسه های حاوی پسماندهای عفونی در یک جعبه یا سطل فلزی قرار داده می شوند. جعبه یا سطل برای پیشگیری از چسبیدن پسماند به کناره های مخزن باید توسط یک آستر پلاستیکی آسترکشی شوند.

پیش حرارت دهی (برای اتوکلاوهای دارای پوشش بیرونی): بخار وارد پوشش بیرونی اتوکلاو می شود. بارگیری پسماند: جعبه یا سطل فلزی درون محفظه اتوکلاو قرار داده می شود. با هر بار بارگیری محفظه، یک شاخص با قابلیت تغییر رنگ برای پایش عملکرد بی خطرسازی به سطح خارجی کیسه پسماند در وسط بار پسماند بارگیری شده چسبانده می شود. سپس درب محفظه بسته شده و محفظه درزگیری می شود. تخلیه هوا: هوا از طریق جابه جایی ثقلی، پیش خلاء سازی یا خلاء سازی ضربانی از محفظه خارج می شود. بی خطرسازی با بخار: بخار تا رسیدن به فشار یا دمای مورد نیاز به درون محفظه وارد می شود. بخار اضافی به طور خودکار برای حفظ دما و فشار برای یک دوره زمانی تعیین شده به درون محفظه تزریق می گردد. فشار درون اتوکلاوهای پالس دهی فشاری با توجه به چرخه های فرایندی تعیین شده تغییر می کند. تخلیه بخار: بخار موجود در محفظه برای کاهش دما و فشار، معمولاً توسط یک چگالنده (کندانسور) تخلیه می شود. در برخی از سیستم ها یک چرخه پس خلاء برای حذف بخارات اضافی باقیمانده و خشک کردن پسماند مورد استفاده قرار می گیرد.

تخلیه پسماند: معمولاً پس از آنکه پسماند بی خطرسازی شده از دستگاه خارج و نوار شاخص رنگی کنترل شد، یک زمان اضافی نیز برای خنک سازی بیشتر پسماند در نظر گرفته می شود. در صورتی که تغییر رنگ شاخص حاکی از بی خطرسازی نامناسب پسماند باشد، فرایند اتوکلاو کردن تکرار خواهد شد.

مستندسازی: یک دفتر کار روزانه برای ثبت تاریخ، زمان و نام راهبر دستگاه، نوع و مقدار تقریبی پسماند بی خطرسازی شده و نتایج تایید پس از بی خطرسازی حاصله از تجهیزات خودکار ثبت کننده یا شاخص های پایش دما-فشار، مثل شاخص رنگی، مورد استفاده قرار می گیرد.

بی خطرسازی مکانیکی: در صورتی که نیاز باشد، پسماند بی خطرسازی شده را می توان قبل از دفع در یک محل دفن به یک دستگاه خردکن با دستگاه متراکم ساز (فشرده ساز) وارد کرد تا عملیات خردسازی یا فشرده سازی بر روی آن صورت پذیرد.

برخی از گزینه های پیش بینی شده توسط شرکت های سازنده اتوکلاو شامل ابزارهای رایانه ای برنامه پذیر، ریل ها و بالابرهایی برای سطل ها و جعبه ها، ابزارهای ثبت پارامترهای بی خطرسازی، باسکول های توزین، سطل های سازگار با اتوکلاو و شست و شو دهنده های آن ها، سیستم های کاهش بو، حس گرهایی برای

تشخیص پسماندهای رادیواکتیو و شیمیایی و خردکن ها می باشند. آرایش های خاص بارگیری از قبیل جایگذاری کیسه های پسماند در قفسه های چند سطحی با فضاهای کافی بین کیسه ها برای مواجهه بیشتر سطوح با بخار کارآمدتر از سطل ها یا مخازن کاملاً چسبیده به هم می باشند.

ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار، زباله های شیمی درمانی، جیوه، سایر مواد زائد شیمیایی خطرناک و ضایعات رادیولوژیکی نباید در اتوکلاو تصفیه شوند. همچنین از اتوکلاو برای تصفیه ملافه های بزرگ و حجیم، لاشه بزرگ حیوانات، ظروف مقاوم در برابر حرارت و سایر مواد که مانع انتقال گرما هستند، باید خودداری شود. چنانچه پیرامون اتوکلاو تهویه وجود نداشته باشد، بو می تواند به عنوان یک مشکل مطرح باشد. چنانچه توده پسماند برای جلوگیری از ورود مواد شیمیایی خطرناک به درون محفظه به طور مناسب تفکیک نشود، آلاینده های سمی به صورت میعان وارد جریان هوا یا توده پسماند بی خطر سازی شده خواهد شد. این اتفاق زمانی می افتد که توده پسماند آلوده شده با حلال های آزمایشگاهی یا فلزات سنگینی از قبیل جیوه در درون اتوکلاو قرار داده شود. پسماندهایی که به طور نامناسب تفکیک شده اند می توانند مقادیر کمی از الکل ها، فنل ها، فرمالدئید ها و سایر ترکیبات آلی را انتشار دهند.

پسماندهای بی خطر سازی شده توسط یک اتوکلاو ظاهر فیزیکی خود را حفظ می کنند. در صورت نیاز، یک فرایند مکانیکی از قبیل یک آسیاب یا خردکن برای ایجاد پسماندی یکنواخت، پس از بی خطر سازی مورد استفاده قرار می گیرد. ریز ریز کردن، حجم پسماند بی خطر سازی شده را ۶۰ تا ۸۰ درصد کاهش میدهد اما این فرایند مستعد از کار افتادگی است.

راهبری اتوکلاوها نیازمند ترکیب مناسبی از فشار، دما و زمان مواجهه برای دستیابی به ضد عفونی مناسب پسماند است. در گذشته یک معیار دما- زمان مواجهه حداقلی ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه پیشنهاد شده بود. این معیار متناظر با فشار ۲۰۵ کیلو پاسکال یا ۲/۰۵ بار (۱۵psi یا ۳۰psi) است. البته نفوذ موثر بخار و حرارت مرطوب به درون توده پسماند به فاکتورهای زیادی شامل زمان، دما، فشار، توالی فرایند، میزان بار پسماند، آرایش جایگذاری پسماند در درون دستگاه و دانسیته پسماند بسته بندی شده، انواع و استحکام کیسه ها یا مخازن مورد استفاده، مشخصه های فیزیکی مواد موجود در توده پسماند (مثل دانسیته ظاهری، ظرفیت گرمایی و هدایت گرمایی)، میزان هوای باقیمانده و محتوای رطوبت پسماند بستگی دارد. چنانچه قرار باشد مایعاتی از قبیل کیسه های خون یا ادرار، سترون (استریل) شوند، فرایند و زمان سترون سازی باید تنظیم شود. موسسه رابرت کخ، بی خطر سازی پریون ها، عامل بیماری گراتزفلد-جاکوب (جنون گاوی)، را به دلیل مقاومت بسیار بالای آن ها در دمای ۱۳۴ درجه سلسیوس به مدت ۶۰ دقیقه توصیه کرده است. به همین دلیل باید آزمون های چالشی اولیه با استفاده از نمونه های پسماندی که معرف پسماند واقعی تولید شده در یک مرکز خدمات بهداشتی درمانی هستند برای تعیین یا اعتبارسنجی حداقل فشار، دما و زمان مواجهه با چرخه های خارج سازی هوای مورد نیاز جهت دستیابی به استاندارد غیرفعال سازی میکروبی صورت پذیرد.

پس از آزمایشات اولیه، آزمایشات تاییدی منظم باید با استفاده از شاخص های زیستی در فواصل زمانی منظم (معمولاً بسته به کاربرد به صورت هفتگی، پس از هر ۴۰ ساعت کار، یا یکبار در ماه) انجام گیرد. به عنوان یک اقدام کنترلی اضافی، شاخص های شیمیایی تغییر رنگ دهنده، مثل نوارهای حاوی عوامل ترموکرومیک (مواد

شیمیایی که در صورت رسیدن دما به یک میزان خاص تغییر رنگ می دهند) یا مکمل ها (شاخص هایی که هم به زمان و هم به دما پاسخ می دهند) می توانند به همراه هر بار بارگیری پسماند در درون محفظه به منظور ثبت دستیابی به دمای مورد نیاز مورد استفاده قرار گیرند. در اتوکلاوهای پیش خلاء و پالس دهی فشاری، از کیت سنجش Bowie-Dick برای تشخیص نشت هوا و پایش متناوب سیستم حذف هوا در محفظه اتوکلاو نیز استفاده می شود.

## ۲-۴-۳- سیستم های یکپارچه (جامع) بی خطر سازی مبتنی بر بخار

نسل دوم سیستم های مبتنی بر بخار به منظور بهبود انتقال حرارت به درون توده پسماند، دستیابی به حرارت دهی یکنواخت تر، ایجاد پسماند یکنواخت تر و یا تبدیل فرایند بی خطر سازی به یک فرایند پیوسته (به جای فرایند بسته) توسعه یافته اند. به این سیستم ها گاهی اوقات، اتوکلاوهای پیشرفته، اتوکلاوهای تلفیقی (هیبرید) یا فناوری های پیشرفته بی خطر سازی مبتنی بر بخار اطلاق شده است. این سیستم ها مشابه اتوکلاو بوده اما در آن ها بی خطر سازی با بخار با انواع مختلفی از فرایندهای مکانیکی پیش از، در خلال یا پس از فرایند بی خطر سازی با بخار ترکیب می شود. نمونه ای از این سیستم ها عبارتند از:

- بی خطر سازی با بخار- اختلاط - تفکیک اجزا پس از خشک کردن و خرد سازی؛
  - خرد سازی درونی (در درون محفظه) پس از بی خطر سازی با بخار- اختلاط و سپس خشک سازی؛
  - خرد سازی درونی - بی خطر سازی با بخار- اختلاط پس از خشک سازی؛
  - خرد سازی درونی پس از بی خطر سازی با بخار- اختلاط فشرده سازی.
- هر کدام از این سیستم ها همان طور که در پاراگراف های بعدی به طور مفصل تر تشریح خواهند شد، متفاوت از دیگری راهبری می شوند. با این وجود همه آن ها انواع یکسانی از پسماندها را بی خطر سازی می نمایند و دارای مشخصه های انتشاری یکسانی همانند یک اتوکلاو داشته و بسیاری از مزایا و معایب آن ها مشابه هم می باشد.

نمونه (مثال ۱): یک سیستم تلفیقی متشکل از فرایندهای بی خطر سازی با بخار اختلاط-تفکیک اجزا- خشک سازی و سپس خرد سازی اساساً یک اتوکلاو چرخشی با دندان های داخلی غیر متحرک است. اتوکلاو چرخشی همانند یک محفظه تحت فشار دارای یک استوانه چرخان داخلی طراحی می شود. کیسه ها و مخازن پسماند در درون استوانه جایگذاری می شوند. مرحله اول ایجاد خلاء برای خارج سازی هوا از درون محفظه است. هوای تخلیه شده برای از بین بردن عوامل بیماری زا با بخار مخلوط شده و از یک چگالنده و فیلتر عبور داده می شود. محفظه تحت فشار چرخان در دمای ۱۴۷ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه راهبری می شود. اثرات ترکیبی بخار و نیروی ناشی از چرخش استوانه همچنان که مخازن بر روی دندان های استوانه چرخان بالا رفته و فرو می افتند، موجب پاره شدن و شکسته شدن کیسه ها و جعبه ها می شود. چرخش و دوران استوانه به حذف نقاط سرد درون توده پسماند نیز کمک می نماید. پس از فرایند بی خطر سازی، بخار تخلیه شده از یک چگالنده عبور داده می شود و بخار میعان یافته به فاضلابرو تخلیه می شود، از طرفی هوای موجود در محفظه نیز برای حذف بو از یک فیلتر کربن عبور داده می شود. پس از آن محفظه سرد شده تا پسماندها

خشک شوند. پسماندهای ضد عفونی شده به طور خودکار از طریق معکوس کردن دوران استوانه چرخان و تخلیه پسماند روی یک تسمه نقاله از دستگاه خارج می شود. یک دستگاه خردکن که پس از فرایند بی خطر سازی مورد استفاده قرار می گیرد موجب کاهش اضافی حجم پسماند تا حدود ۲۰٪ حجم اولیه می شود. نمونه (مثال ۲) : در یک سیستم بی خطر سازی یکپارچه مبتنی بر بخار از یک استوانه عمودی دوجداره با بارگیری قابل کنترل رایانه ای استفاده می شود. پس از بارگیری و بسته شدن درب دستگاه، پسماند توسط یک پدال متحرک به یک خردکن داخلی اوزان سنگین منتقل می شود. مواد خرد شده به درون بخش پایینی محفظه ریخته می شوند و در آنجا توسط بخار تا دمای حدود ۱۳۸ درجه سلسیوس و فشار ۳/۸ بار حرارت داده می شوند. با این سیستم، سطح بی خطر سازی معادل ۸ پایه لگاریتمی کاهش اسپورهای باکتریایی قابل دستیابی است. پس از آن آب خنک کننده برای کاهش دما و فشار از جداره بیرونی محفظه داخلی عبور داده می شود. پس از آنکه آب خنک سازی جمع آوری شد، یک سیستم خلاء بخار باقیمانده را از توده پسماند خارج می سازد. در نهایت پسماند بی خطر سازی شده از کف محفظه خارج می شود.

نمونه (مثال ۳): یک سیستم بی خطر سازی یکپارچه مبتنی بر بخار از ترکیبی از خرد سازی (آسیاب) درونی، بی خطر سازی با بخار، اختلاط و خشک کردن در یک واحد شبه پیوسته استفاده می نماید. در این سیستم، پسماند به درون یک قیف ریخته می شود که در آن فشار توسط مکش هوا درون یک فیلتر HEPA در حالت فشار منفی نگه داشته می شود. پسماند از قیف به درون یک واحد خرد سازی اوزان سنگین که در آن توسط یک بازو فشار رو به پایین اعمال می شود، می ریزد. واحد خرد سازی اوزان سنگین موجب کاهش حجم پسماند تا ۹۰٪ می شود. مواد خرد شده وارد یک پروانه (ملخ) خمیده چرخان شده که بخار از طریق افزایش دما در تسمه نقاله از ۹۶ تا ۱۱۸ درجه سلسیوس توسط چندین سوراخ وارد آن می شود. بخار توسط یک دریچه تهویه تعبیه شده در آخرین نقطه تسمه نقاله به درون یک متراکم کننده (فشرده ساز) سرخود یا یک مخزن غلطان ریخته می شود تا به محل دفع نهایی انتقال داده شود.

این سیستم ها و دیگر فناوری های یکپارچه بی خطر سازی مبتنی بر بخار دارای این مزیت هستند که به واسطه بهبود نرخ انتقال حرارت، قادر به دستیابی به سطوح بالای ضد عفونی پسماند در زمان های کوتاه تر می باشند. این فناوری ها، خودکار و رایانه ای بوده و نیازمند ملاحظات راهبری کمی می باشند. پارامترهای بی خطر سازی در این سیستم ها به طور خودکار ثبت می شود و بنابراین مستند سازی مورد نیاز را فراهم می آورند. بسیاری از این فناوری ها دارای قابلیت های حذف بو توسط کربن فعال یا فیلترهای HEPA می باشند. نظر به اینکه این سیستم ها دارای خردکن های داخلی یا خردکن های پس از بی خطر سازی بوده و نیز بسیاری از آن ها یک چرخه خشک سازی دارند، پسماند خروجی از آن ها نه تنها یکنواخت است بلکه خشک و فشرده نیز بوده که این امر منجر به کاهش ۸۵-۹۰ درصدی حجم پسماند می شود. برخلاف اتوکلاوهای استاندارد، برخی از این سیستم ها، مثلاً اتوکلاوو چرخشی، برای بی خطر سازی پسماندهای حیوانی به طور موفقیت آمیزی مورد استفاده قرار می گیرند. مهمترین عیب سیستم های پیشرفته مبتنی بر بخار، هزینه سرمایه گذاری آن هاست. این سیستم ها نسبت به اتوکلاوهای استاندارد که دارای همان ظرفیت هستند هزینه بیشتری دارند.

## ۵-۳- فناوری های بی خطر سازی مبتنی بر مایکروویو

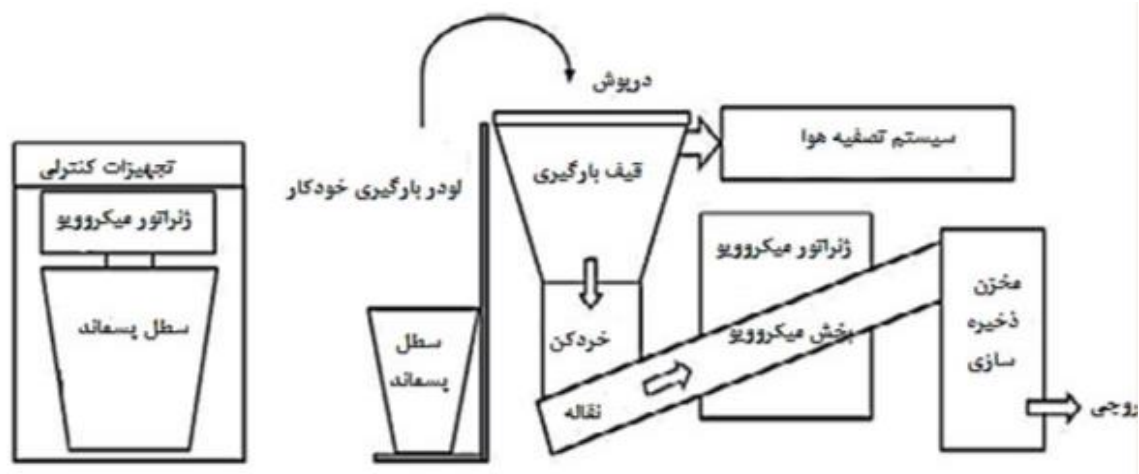
فناوری مایکروویو در اصل یک فرایند مبتنی بر بخار بوده که در آن بی خطر سازی پسماند توسط حرارت مرطوب و بخار تولید شده به وسیله انرژی مایکروویو رخ می دهد. آب موجود در پسماند توسط انرژی مایکروویو در فرکانس حدود ۲۴۵۰ MHz و طول موج ۱۲/۲۴ سانتی متر به سرعت گرم می شود. به طور کلی سیستم های مبتنی بر مایکروویو متشکل از یک محفظه بوده که در آن انرژی مایکروویو از یک تولید کننده ی (ژنراتور) امواج مایکروویو (مگنترون) ساطع می شود. به طور کلی در هر محفظه ۲ تا ۶ مگنترون با انرژی خروجی هر کدام حدود ۱/۲ کیلو وات مورد استفاده قرار می گیرد. برخی از سیستم ها به صورت پیوسته و برخی دیگر به صورت ناپیوسته طراحی می شوند.

سیستم های متداول ناپیوسته برای بی خطر سازی ۳۰ تا ۱۰۰ لیتر پسماند طراحی می شوند. برخی از واحدها ملزم به کاربرد مخازن قابل استفاده مجدد کاملاً محصور با قابلیت عبور امواج مایکروویو می باشند. این سیستم ها می توانند دارای چرخه های کاری چندگانه قابل تنظیم متناظر با دماهای مختلف بی خطر سازی با سطوح مختلف ضد عفونی باشند. یک چرخه کاری می تواند از ۳۰ دقیقه تا یک ساعت متغیر باشد.

یک سیستم متداول ناپیوسته متشکل از یک سیستم تغذیه خودکار، قیف، خردکن، پروانه انتقال دهنده (تسمه نقاله)، ژنراتور بخار، منبع تولید انرژی مایکروویو، تسمه نقاله تخلیه کننده، خردکن ثانویه و ابزارهای کنترلی می باشد. تجهیزات جانبی این سیستم ها شامل ابزارهای هیدرولیکی، فیلتر HEPA و ابزارهای کنترلی ریز پردازنده محور محافظت شده در یک محفظه فولادی می باشد. در این سیستم در ابتدا کیسه های پسماند وارد قیف می شوند که در آنجا بخار نیز ممکن است تزریق گردد. به منظور پیشگیری از انتشار عوامل بیماری زای منتقله از هوا، زمانی که کیسه ها بارگیری شدند هوای خروجی از دستگاه از یک فیلتر HEPA (فیلتر جداسازی هوا با راندمان بالا) عبور داده می شود. پس از بسته شدن درب قیف پسماندها وارد یک خردکن می شوند. ذرات خرد شده پسماند توسط یک تسمه نقاله پروانه ای در درون محفظه به گردش در می آیند و در آنجا بیشتر تحت مواجهه با بخار قرار می گیرند و توسط ۴ یا ۶ منبع تولید (ژنراتور) مایکروویو تا ۱۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده می شوند. برخی از سیستم ها جهت دستیابی به یک زمان مواجهه حداقلی دارای یک بخش نگهدارنده می باشند. چنانچه نیاز باشد اقلام تیز و برنده بی خطر سازی شده به قطعات ریزتری تبدیل شوند، یک خردکن ثانویه می تواند مورد استفاده قرار گیرد. یک واحد مایکروویو نیمه پیوسته مقیاس بزرگ قادر به بی خطر سازی حدود ۲۵۰ کیلوگرم پسماند در هر ساعت (۳۰۰۰ تن در سال) می باشد.

پسماندهایی که معمولاً در سیستم های مایکروویو بی خطر سازی می شوند مشابه پسماندهایی هستند که توسط اتوکلاو بی خطر سازی می گردند. این پسماندها شامل محیط های کشت، پسماندهای نوک تیز و برنده، مواد آلوده شده با خون و مایعات بدن، پسماندهای بخش های جراحی و ایزوله، پسماندهای آزمایشگاهی (به استثنای پسماندهای شیمیایی) و پسماندهای نرم (یعنی باند، گاز، روپوش و ملحفه) می باشند. یک سیستم مایکروویو به طور موفقیت آمیزی برای لاشه حیوانات مورد آزمایش قرار گرفته و می توانند به طور بالقوه برای بی خطر سازی پسماندهای پاتولوژیک مثل بافت های بدن مورد استفاده قرار گیرد. ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار، پسماندهای شیمی درمانی، جیوه، سایر پسماندهای شیمیایی خطرناک و پسماندهای رادیولوژیک نباید در سیستم های مایکروویو مورد بی خطر سازی قرار گیرند.

یک واحد میکروویو کاملاً محصور را می توان در یک فضای باز کارگذاری کرد. این واحد برای پیشگیری از انتشار آئروسول ها در خلال فرایند، می تواند مجهز به یک فیلتر HEPA باشد، که در این صورت مشکل بو، به استثنای نواحی بسیار نزدیک تاسیسات، تا حدودی کاهش می یابد. در شکل زیر شمای ساده شده یک سیستم میکروویو ناپیوسته و نیمه پیوسته نشان داده شده است.



شکل ۳-۲: شمای ساده شده فناوری های میکروویو ناپیوسته (سمت چپ) و نیمه پیوسته

(سمت راست)

### ۳-۶- فناوری های بی خطر سازی مبتنی بر حرارت خشک

کوره های چرخشی هوای داغ برای سالیان متمادی برای سترون سازی (استریل کردن) شیشه آلات و دیگر اجزای قابل استفاده مجدد مورد استفاده قرار گرفته اند. این فناوری ها اخیراً برای بی خطر سازی پسماندهای عفونی خدمات بهداشتی رمانی مورد استفاده قرار گرفته اند. در فرایندهای حرارتی خشک، حرارت بدوم اضافه کردن بخار یا آب مورد استفاده قرار می گیرد. در عوض، پسماند به واسطه رسانش، همرفت طبیعی یا تحت فشار، یا پرتوایی گرمایی حرارت داده می شود. در حرارت دهی همرفتی تحت فشار، هوا توسط گرمکن های ایستا یا گاز طبیعی در اطراف توده پسماند در درون محفظه می چرخد. در برخی از طرح ها، دیواره های داغ محفظه توده پسماند را از طریق رسانش و همرفت طبیعی حرارت می دهد. در سایر طرح ها از حرارت دهی پرتویی به وسیله گرمکن های کوارتزی یا فروسرخ استفاده می شود. به عنوان یک قاعده کلی، فرایندهای مبتنی بر حرارت خشک نسبت به فرایندهای مبتنی بر بخار از دماهای بالاتر و زمان های مواجهه طولانی تر استفاده می نمایند. اسپورهای باسیلوس آتروفائوس به حرارت خشک مقاوم بوده و به طور معمول به عنوان یک شاخص میکروبیولوژیکی برای سنجش اثربخشی فناوری های مبتنی بر حرارت خشک مورد استفاده واقع می شوند.



### ۷-۳- فناوری های بی خطر سازی شیمیایی

ضد عفونی (گندزدایی) شیمیایی که به طور رایج در مراکز خدمات بهداشتی درمانی برای از بین بردن یا غیرفعال سازی میکروارگانیسم ها از روی تجهیزات و کف و دیواره ها مورد استفاده قرار می گرفته است در حال حاضر برای بی خطر سازی پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی در حال گسترش می باشد. این فرایند معمولاً به جای سترون سازی (استریلیزاسیون) منجر به ضد عفونی می شود. مناسب ترین کاربرد ضد عفونی شیمیایی، بی خطر سازی پسماندهای مایع از قبیل خون، ادرار، مدفوع یا فاضلاب بیمارستانی است. پسماندهای خدمات بهداشتی- درمانی جامد- حتی انواع بسیار خطرناک آن ها، شامل کشت های میکروبی و پسماندهای نوک تیز نیز می توانند در صورت رعایت محدودیت ها و الزامات زیر به طور شیمیایی ضد عفونی (گندزدایی) شوند:

- خرد سازی یا آسیاب کردن پسماند معمولاً پیش از گندزدایی ضروری است. خردکن غالباً یک نقطه ضعف در زنجیره بی خطر سازی می باشد چرا که مستعد نقص مکانیکی یا از کار افتادگی است.
  - ضد عفونی کننده های قوی مورد نیاز است، این ضد عفونی کننده ها ممکن است خطرناک بوده و تنها باید توسط پرسنل آموزش دیده و مجهز به وسایل ایمنی کافی مورد استفاده قرار گیرد.
  - کارایی ضد عفونی به شرایط راهبری در درون تجهیزات بی خطر سازی بستگی دارد.
  - صرفاً سطح تماس پسماندهای جامد ضد عفونی خواهند شد.
- بی خطر سازی شیمیایی پسماندهای عفونی جامد به دلیل متغیر بودن کارایی ماده شیمیایی، بسته به مشخصه های توده پسماند و تولید پسماندهای مایع سمی، به طور بالقوه مشکل زاست. سرعت و کارایی ضد عفونی شیمیایی به مشخصه های راهبری زیر بستگی خواهد داشت:

- نوع ماده شیمیایی مورد استفاده
- مقدار ماده شیمیایی مورد استفاده
- زمان تماس بین ماده ضد عفونی کننده و پسماند
- میزان تماس بین ماده ضد عفونی کننده و پسماند
- میزان بار آلی توده پسماند
- دما، رطوبت، و pH بهره برداری.

سیستم های دستی ضد عفونی شیمیایی به عنوان یک روش قابل اعتماد برای بی خطر سازی پسماند در نظر گرفته نمی شوند. ضد عفونی شیمیایی معمولاً برای ضد عفونی محوطه های بیمارستانی مورد استفاده قرار می گیرند با این وجود سیستم های کاملاً خودکار تجاری برای بی خطر سازی پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی توسعه یافته و اکنون در مناطق صنعتی در حال راهبری می باشند. در نهایت پسماندهای ضد عفونی شده نیازمند دفع ویژه می باشند.

## ۱-۷-۳- خردسازی درونی پسماند

خردسازی پسماندهای جامد خدمات بهداشتی درمانی باید برای اجتناب از انتشار عوامل بیماری زا به هوا، پیش از فرایند ضدعفونی یا در خلال آن، در درون یک سیستم بسته صورت پذیرد. خردکن های تیغه چرخشی، معمولاً بیشترین کاربرد را دارند و متشکل از تیغه های متصل به دو غلطک بوده که در مسیرهای مخالف یکدیگر می چرخند. حضور مقادیر بیش از حد اقلام نوک تیز در توده پسماند می تواند موجب تسریع در تخریب خردکن شود. به دلایل زیر، خردسازی درونی ضروری است:

- افزایش سطح تماس بین پسماند و ماده ضدعفونی کننده با حذف فضاهای خالی در توده پسماند
- غیر قابل تشخیص نمودن اجزای آناتومیکی به منظور اجتناب از اثرات نامطلوب بصری بر روی دفع
- کاهش حجم پسماند

در خلال فرایند خردسازی، به منظور پیشگیری از گرفتگی اجزای مکانیکی دستگاه خردکن و تسهیل تماس پسماند با ماده ضدعفونی کننده به آن آب اضافه می کنند. آب اضافی خروجی از پسماند ها می تواند تصفیه شود (به عنوان مثال با ضد عفونی کننده های شیمیایی). خرد کردن درونی پسماند قبل از گندزدایی به همراه فشرده سازی می تواند، بسته به نوع تجهیزات مورد استفاده، حجم پسماند اولیه را ۶۰-۹۰٪ کاهش دهد.

## ۲-۷-۳- ضدعفونی کننده های شیمیایی

هدف از ضدعفونی (گندزدایی) از بین بردن میکروارگانیسم ها یا حداقل کاهش تعداد آن ها تا یک سطح قابل قبول می باشد. برخی از ضدعفونی کننده ها (گندزداها) در از بین بردن یا غیرفعال سازی گونه های خاصی موثرند در حالی که برخی دیگر بر روی تمامی میکروارگانیسم ها اثر می گذارند. بنابراین آگاهی از ماهیت میکروارگانیسم هایی که قرار است از بین بروند حائز اهمیت است. البته انتخاب نوع ماده گندزدا نه تنها به اثربخشی ماده، بلکه به در دسترس بودن و خطرات مرتبط با جابه جایی آن ها نیز بستگی دارد. انواع مواد شیمیایی مورد استفاده برای گندزدایی پسماندهای خدمات بهداشتی - درمانی عمدتاً شامل کلر، پودر یا محلول آهک، گاز ازن، نمک های آمونیوم و ترکیبات فنلی می باشد. مشخصه های پرکاربردترین گندزداهای شیمیایی مورد استفاده برای ضدعفونی پسماند در کادر زیر تشریح شده است. فرمالدئید و اتیلن به دلیل خطرات قابل ملاحظه مرتبط با کاربردشان، برای بی خطر سازی پسماندها توصیه نمی شوند.

کادر ۳-۱: مشخصه های هیپوکلریت سدیم (NaOCl) به عنوان یک گندزدای شیمیایی

### کاربرد

علیه اغلب باکتری ها، ویروس ها و اسپورها موثر است؛ برای گندزدایی مایعاتی با محتوای مواد آلی بالا مثل خون یا مدفوع موثر نمی باشد؛ برای تصفیه فاضلاب به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد. برای استفاده جهت بی خطر سازی پسماندها، پارامترهای راهبری باید بر اساس آزمایشات باکتریایی تنظیم شوند.

## خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

به صورت مایع با ۱۲-۲٪ کلر فعال موجود است؛ در دمای محیط به آرامی به کلرات سدیم، کلرید سدیم و اکسیژن تجزیه می‌شود؛ محلول‌های با غلظت پایین آن پایدارترند؛ محلول‌های آن باید دور از نور آفتاب که موجب تسریع تجزیه می‌شود نگهداری گردند؛ با اسید واکنش داده و تولید گاز خطرناک کلر می‌نماید.

### خطرات بهداشتی

محرک پوست، چشم و مجاری تنفسی است و سمی می‌باشد.

### اقدامات حفاظتی

برای محافظت از پوست و چشم، در هنگام جابه‌جایی هیپوکلریت سدیم باید از دستکش و عینک‌های محافظ استفاده کرد. در موارد تماس با چشم، چشم‌ها باید با آب فراوان شست و شو شوند.

### خورندگی

محلول‌های آن برای فلزات خورنده است؛ معمولاً در بشکه‌های پلاستیکی در اتاق‌های تاریک و ضدنش با تهویه مناسب نگهداری می‌شود؛ باید جدا از اسیدها نگهداری شود.

### نکات پایانی

هیپوکلریت سدیم به دلیل مخاطرات پایین بهداشتی می‌تواند به طور وسیعی به عنوان یک گندزدا مورد استفاده قرار گیرد. محلول‌های استفاده نشده باید با بی‌سولفات یا تیوسولفات سدیم احیا شده و پس از تخلیه به فاضلاب با اسید خنثی شود. مقادیر زیاد محلول‌های غلیظ این ماده باید به عنوان پسماند شیمیایی خطرناک قلمداد شوند.

هیپوکلریت سدیم یک گندزدا رایج مورد استفاده در مراکز خدمات بهداشتی - درمانی بوده و اغلب به آن "هیپوکلریت" اطلاق می‌گردد. این ماده به راحتی قابل دسترس بوده و در غیرفعال‌سازی باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها و همچنین در کنترل بو موثر است. با این وجود فعالیت زیست‌کشی آن در پسماندهای مایع حاوی غلظت‌های بالای مواد آلی مثل خون کاهش می‌یابد. این ماده یک محرک مجرای تنفسی، پوست و چشم بوده و باید با دقت جابه‌جا شود. هیپوکلریت می‌تواند با ترکیبات آلی موجود در فاضلاب واکنش دهد و تولید محصولات جانبی سمی نماید. دی‌اکسید کلر به عنوان جایگزین هیپوکلریت مطرح است. دی‌اکسید کلر یک گاز سمی است که به آسانی در آب حل می‌شود و در آب پایدار بوده و می‌توان آن را به صورت در محل در یک مرکز خدمات بهداشتی - درمانی تهیه کرد.

=====

سیستم های شیمیایی مبتنی بر آهک از پودر خشک یا محلول های کلسیم هیدروکسید استفاده می کنند. برخی از سیستم های تصفیه شیمیایی از ضد عفونی کننده های اختصاصی حاوی گلوترآلدئید استفاده می کنند. از اسید پراستیک (اسید پراکسی استیک) نیز برای ضد عفونی وسایل پزشکی استفاده شده است. این ماده یک محرک قوی است اما تجزیه می شود و محلول اسید استیک (سرکه) تشکیل می دهد.

کاربران ضد عفونی کننده های شیمیایی باید پایداری و ماندگاری آنها را در نظر بگیرند. برخی از مواد ضد عفونی کننده برای چندین سال پایدار هستند و می توانند پس از باز کردن ظرف تا ماهها موثر باقی بمانند. برخی دیگر از مواد ضد عفونی کننده به سرعت تخریب می شوند.

ضد عفونی کننده های قدرتمند غالباً خطرناک و سمی هستند و بسیاری از آنها برای پوست و غشاهای مخاطی مضر هستند. بنابراین کاربران باید از اثرات فیزیولوژیکی آنها آگاه باشند و از لباس های محافظ، از جمله دستکش و محافظ یا عینک استفاده کنند. ضد عفونی کننده ها نیز نسبت به برخی از مصالح ساختمانی تهاجمی هستند و باید طبق دستورالعمل های سازنده استفاده و نگهداری شوند.

### ۳-۷-۳- مقاومت میکروبی

مقاومت میکروبی در برابر گندزداها در حال حاضر مورد مطالعه قرار گرفته و اکنون فهرست نمودن گروه های اصلی میکروارگانیسم ها از مقاوم ترین تا حساس ترین به صورت زیر امکان پذیر است:

- اسپورهای باکتریایی
- مایکوباکتری ها
- ویروس های آب دوست
- ویروس های چربی دوست
- اشکال رویشی قارچ ها و اسپورهای قارچی
- اشکال رویشی باکتری ها

ماده ضد عفونی کننده ای که بر گروه ویژه ای از میکروارگانیسم ها موثر باشد بر تمامی گروه هایی که مقاومت کمتری دارند نیز موثر است. اغلب انگل ها مثل گونه های ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم به گندزدایی بسیار مقاوم بوده و معمولاً از لحاظ مقاومت بین مایکوباکتری ها و ویروس ها قرار می گیرند. اثربخشی گندزدایی از روی نرخ های بقاء ارگانیسم های شاخص در آزمایشات میکروبیولوژیکی استاندارد برآورد می شود.

### ۳-۷-۴- هیدرولیز قلیایی

هیدرولیز قلیایی یا هضم قلیایی فرایندی است که در آن لاشه حیوانات، اجزای بدن انسان و بافت ها به یک محلول آب گونه آلوده زدایی شده تبدیل می شود. قلیا همچنین تثبیت کنند های موجود در بافت و مواد شیمیایی خطرناک مختلفی شامل فرمالدئید، گلوترآلدئید و معرف های شیمی درمانی را تخریب می نماید. در این فناوری از یک مخزن فولاد ضد زنگ با پوشش خارجی بخاردهنده و یک سبد استفاده می شود. پس از آنکه پسماند در سبد جایگذاری و در درون مخزن کاملاً آب بند شده قرار داده شد، قلیا (هیدروکسید سدیم

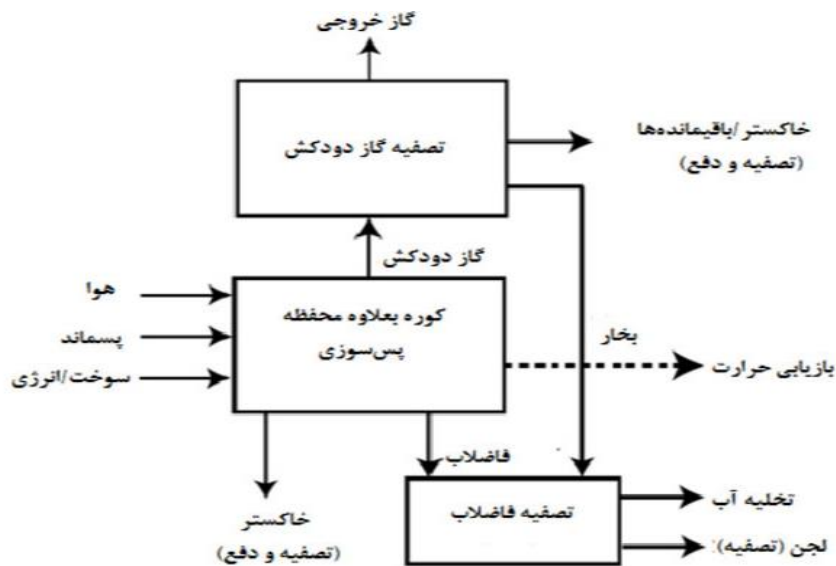
یا پتاسیم) در مقادیر متناسب با مقدار بافت موجود در مخزن، به همراه آب به مخزن اضافه می شود. محتوای مخزن تا دمای ۱۱۰ تا ۱۲۷ درجه سلسیوس یا بالاتر حرارت داده شده و به هم زده می شود. بسته به دما و قلیایی استفاده شده، زمان هضم از شش تا هشت ساعت متغیر است.

این فناوری برای بی خطر سازی پسماندهای بافت شناسی شامل اجزای آناتومیکی، ارگان ها، جنین، خون، مایعات بدن، نمونه های بیولوژیکی انسانی، جسد انسان و لاشه حیوانات طراحی می شود. این فرایند قادر به تخریب پسماندهای پرونی نیز می باشد. محصولات جانبی فرایند هضم قلیایی شامل اجزای معدنی زیست تجزیه پذیر استخوان ها و دندان ها (که می توان آن را خرد کرده و به صورت پودر استریل استخوان بازیابی کرد) و یک محلول آبگونه متشکل از زنجیره های پپتیدی، آمینواسیدها، قندها، صابون ها و نمک ها می باشد. مقدار اضافی هیدروکسید می تواند منجر به بالا رفتن pH پسماند مایع شود. واحدهای هیدرولیز قلیایی برای بی خطر سازی مقادیری از ۱۰ تا ۴۵۰۰ کیلوگرم پسماند در هر شیفت کاری طراحی شده اند. این فناوری برای تخریب پسماندهای پرونی زمانی که مدت زمان بی خطر سازی حداقل ۶ ساعت باشد، مورد تایید قرار گرفته است.

## ۸-۳- پسماندسوزی

### ۸-۳-۱- احتراق

پسماندسوزی یک فرایند اکسیداسیون با دمای بالا بوده که موجب تبدیل مواد آلی و پسماندهای قابل احتراق به مواد معدنی و غیرقابل احتراق شده و موجب کاهش قابل ملاحظه حجم و وزن پسماند می شود. فرایندهای حرارتی با دمای بالا، در دماهای از حدود ۲۰۰ تا بیشتر از ۱۰۰۰ درجه سلسیوس رخ می دهند. این فناوری ها شامل تخریب فیزیکی و شیمیایی ماده آلی از طریق فرایندهای احتراق، پیرولیز یا گازی نمودن می باشند. یکی از معایب این فرایندها انتشار محصولات جانبی احتراق به درون اتمسفر و تولید خاکستر باقیمانده است. در فرایند احتراق پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی، عمدتاً انتشارات گازی شامل بخار، دی اکسید کربن، اکسیدهای ازت و گستره وسیعی از مواد فرار (مثل فلزات، اسیدهای هالوژنه و محصولات ناشی از احتراق ناقص) و ذرات به همراه باقیمانده های جامد به شکل خاکستر تولید می شود. در شکل زیر شمایی ساده از فرایند پسماندسوزی نشان داده شده است.



شکل ۳-۳: شمایی ساده از فرایند پسماندسوزی

رهنمود کنوانسیون استکهلم در رابطه با بهترین فنون در دسترس (BAT) و بهترین اقدامات زیست محیطی (BEP) چنین اظهار می دارد که: چنانچه پسماند در شرایطی سوزانده شود که بهترین فنون در دسترس و بهترین اقدامات زیست محیطی برقرار نباشند، پتانسیل تولید و انتشار PCDD (دی بنزو دی اکسین های پلی کلرینه)، PCDF (دی بنزو فوران های پلی کلرینه) در غلظت های زیاد وجود خواهند داشت. سازمان جهانی بهداشت، پسماندسوزهای بهداشتی درمانی مقیاس کوچک را مورد بررسی قرار داده و گزارش نموده است که مشکلات قابل ملاحظه ای در رابطه با جانمایی، راهبری، نگهداری و مدیریت این پسماند سوزها وجود دارد. به دلیل ذکر شده و نیز سایر نگرانی های موجود و همچنین هزینه بسیار زیاد برای تطبیق دادن پسماندسوزی مدرن با استاندارد بهترین فنون در دسترس (BAT)، سازمان بهداشت جهانی به این نتیجه رسید که "پسماند سوزی در مقیاس کوچک یک راهکار موقت و گذار برای دفع پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی است".

## ۳-۸-۲- پیرولیز و گازی نمودن

فرایندهای پیرولیز و گازی نمودن در شرایط با میزان هوای کمتر از شرایط استوکیومتریک راهبری می شوند. تفاوت های بین پیرولیز، گازی نمودن و پسماندسوزی در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۳-۱: شرایط واکنش و محصولات حاصله از فرایندهای پیرولیز، گازی نمودن و پسماندسوزی

پسماند سوزی	گازی نمودن	پیرولیز	پارامتر
۱۴۵۰-۸۰۰	۱۶۰۰-۵۰۰	۷۰۰-۲۵۰	دمای واکنش (C)
۱	۴۵-۱	۱	فشار (بار)
هوا	عوامل گازی: $H_2O$ , $O_2$	خنثی/ازت	اتمسفرفرآیند
بیشتر از ۱	کمتر از ۱	۰	نسبت استوکیومتریکی
محصولات حاصل از فرآیند:			
$O_2$ , $H_2O$ , $CO_2$	$CH_4$ , $CO_2$ , $CO$ , $H_2$	$N_2$ , $H_2O$ , $C_xH_y$ , $CO$ , $H_2$	فاز گازی
$NO_2$	$N_2$ , $H_2O$	خاکستر، کک	فاز جامد
سرباره، خاکستر	سرباره، خاکستر	روغن پیرولیتیک، آب	فاز مایع

۳-۸-۳- مشخصه های مورد نیاز پسماند

سوزاندن پسماندها تنها زمانی امکان پذیر و توجیه پذیر است که ارزش حرارتی "یا گرمایابی" پسماند حداقل ۲۰۰۰ کیلوکالری به ازای هر کیلوگرم (۸۳۷۰ کیلوژول بر کیلوگرم) باشد. گرچه ارزش حرارتی پسماندهای بیمارستانی حاوی مقادیر بالای پلاستیک ممکن است از ۴۰۰۰ kcal/kg (۱۶۷۴۰ kJ/kg) بیشتر باشد، با این حال برخی از پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی ممکن است حاوی نسبت بالایی از پسماندهای تر بوده و ارزش حرارتی بسیار پایین تری داشته باشند. مشخصه های مورد نیاز برای پسماندسوزی عبارتند از:

- ارزش حرارتی بیشتر از ۲۰۰۰ kcal/kg (۸۳۷۰ kJ/kg)؛
- مقادیر گرمایابی در محدوده قانونی و الزامات طراحی باشد (یعنی زمان ماند مطلوب، دمای راهبری سیستم و مقادیر هوای اضافی)؛
- محتوای مواد قابل احتراق (سوخت پذیر) بالای ۶۰٪ باشد؛
- محتوای جامدات غیر قابل احتراق سوخت ناپذیر کمتر از ۵٪؛
- محتوای ذرات ریز غیر قابل احتراق کمتر از ۲۰٪؛
- محتوای رطوبت کمتر از ۳۰٪.

فرآیند پسماند سوزی نیازی به پیش بی خطرسازی پسماند ندارد مشروط بر آنکه اجزای زیر در پسماند وجود نداشته یا در مقادیر بسیار جزئی وجود داشته باشند:

- مخازن گاز تحت فشار؛
- مقادیر بالای پسماندهای شیمیایی واکنش دهنده؛
- نمک های نقره و پسماندهای عکسبرداری و رادیوگرافی؛

- مواد هالوژنه از قبیل پلاستیک های پلی وینیل کلراید (PVC)، (پسماند و کیسه های پسماند نباید حاوی مواد PVC باشند)؛
- پسماندهای حاوی جیوه، کادمیوم و سایر فلزات سنگین از قبیل دماسنج های شکسته، باتری های مستعمل و پانل های چوبی روکش سربی؛
- آمپول ها یا ویال های بدون درزی که می توانند در خلال فرایند احتراق منفجر شوند؛
- مواد رادیواکتیو؛
- مواد دارویی که از لحاظ حرارتی در شرایط زیر ۱۲۰۰ درجه سلسیوس پایدارند (مثل ۵-فلوئورو اوراسیل).

#### ۴-۸-۳- بازیابی انرژی

بسیاری از پسماندسوزهای مقیاس بزرگ مدرن، می توانند حرارت تولید شده از احتراق پسماند را مورد استفاده مجدد قرار دهند، بنابراین به نظر می رسد بازیابی انرژی ایده ای مناسب در این زمینه باشد. البته مشخصه هایی وجود دارد که باید مدنظر قرار گیرند. اغلب پسماندسوزهای پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی برای بازیابی موثر انرژی کوچک می باشند. جایی که بازیابی انرژی در حال مطالعه و بررسی است نیاز است تا جنبه های فنی و اقتصادی طرح برای شرایط محلی مورد بررسی قرار گرفته تا مشخص گردد که آیا طرح قابل اجراست یا خیر.

#### ۴-۹- کاربردهای روش های بی خطر سازی و دفع برای گروه های خاص پسماند

گزینه های بی خطر سازی پسماندهای تولیدی در واحدهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی باید بر اساس وضعیت و موقعیت ملی و محلی انتخاب شوند. در ادامه این بخش مواردی از روش های بی خطر سازی مورد استفاده برای اجزای خاص پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی در کشورهای کم درآمد و با درآمد متوسط آورده شده است.

##### ۴-۹-۱- پسماندهای نوک تیز

دفع نامناسب پسماندهای نوک تیز موجب بروز خطر بالای انتقال بیماری در بین کارکنان مراکز خدمات بهداشتی درمانی، کارکنان خدماتی مسئول جمع آوری پسماند و عموم مردم می شود. این روش ها به طور کلی شامل مراحل زیر است:

۱. استفاده از برش گرهای مکانیکی سرسرنگ ها یا تخریب گرهای الکتریکی سرسرنگها
۲. خردسازی اجزای پلاستیکی بی خطر سازی شده
۳. دفن اجزای فلزی در چاله های مخصوص اقلام نوک تیز



۴. ذوب مجدد اجزای پلاستیکی به منظور بازیافت آن ها.

به عنوان یک روش جایگزین، پسماندهای نوک تیز را می توان اتوکلاو کرده، خرد نمود و سپس آن ها را در بلوک های سیمانی کپسوله کرد.

## ۲-۹-۴- پسماندهای آناتومیکی، پاتولوژیکی، پسماندهای جنینی و لاشه های آلوده شده حیوانات

بی خطر سازی پسماندهای آناتومیکی، پاتولوژیکی و باقیمانده های جفت و جنین ممکن است به واسطه عادات و رسوم اجتماعی- فرهنگی، مذهبی و زیباشناختی محدود شود. دو گزینه اضافی عبارتند از:

- دفن در گورستان ها یا محل های دفن خاص؛
  - سوزاندن در کوره های جسد سوزی یا سوزاننده های اختصاصا طراحی شده برای این کار.
- یک گزینه جدیدتر، مخصوصا برای بافت های آلوده و لاشه حیوانات، هضم قلیایی است. فناوری منجمد سازی یک فناوری جدیدتر بوده که اختصاصا برای جسد انسان طراحی شده است. در برخی از کشورها، پسماندهای جفت و جنین کمپوست می شوند یا در چاله های اختصاصا طراحی شده برای جفت و جنین جهت تسهیل در تجزیه زیستی طبیعی دفن می شوند.

## ۳-۹-۴- پسماندهای دارویی

پسماندهای دارویی را می توان به طرق مختلفی همچون کنترل مناسب فهرست موجودی یا یک استراتژی موجودی "درست به موقع"، خرید داروها در مقادیری که به طور روتین تجویز می شوند؛ پایش و بررسی تاریخ های انقضا داروها به طوری که ذخیره موجود قبل از رسیدن داروهای جدید مصرف شود (که چرخش موجود مناسب نیز خوانده می شود)؛ جایگزین کردن واحدهای دوز پیش بسته بندی شده داروهای مایع با دوزهای دهانی ویژه بیمار و سایر اقدامات مدیریتی مناسب کمینه کرد.

پسماندهای دارویی پیش از بی خطر سازی باید برچسب زنی شده و با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب ذخیره شوند. پسماندهای دارویی را می توان بسته به گزینه های بی خطر سازی در دسترس بر اساس شکل مصرف (جامدات، شبه جامدات، پودرها، مایعات یا آئروسل ها) یا بر اساس اجزای فعال آن ها ذخیره سازی کرد. در رابطه با مواد تحت کنترل (مثل مخدرها)، داروهای ضد عفونت، داروهای ضد سرطان و سایتوتوکسیک و گندزداها نیاز به ملاحظات ویژه ای است.

برای مقادیر کم پسماندهای دارویی گزینه های متعددی وجود دارد:

- برگشت دادن داروهای تاریخ مصرف گذشته به شرکت سازنده (تولید کننده)؛
- کپسوله کردن و دفن در یک محل دفن بهداشتی؛
- تجزیه شیمیایی با توجه به توصیه های شرکت تولید کننده در صورت در دسترس بودن مواد شیمیایی؛
- ترقیق در مقادیر زیاد آب و تخلیه به فاضلاب در مورد مقادیر ناچیز مواد دارویی نیمه مایع یا نسبتا مایع از قبیل محلول های حاوی ویتامین ها، شربت های ضد سرفه، محلول های وریدی (سرم ها) و قطره های چشمی

- آنتی بیوتیک ها یا داروهای سایتوتوکسیک نباید به درون آبراهه ها یا فاضلابروهای شهری تخلیه شوند.
- برای مقادیر زیاد پسماندهای دارویی، گزینه های در دسترس عبارتند از:
- کپسوله کردن و دفن در یک محل دفن بهداشتی؛
- سوزاندن در کوره های پسماندسوز مجهز به تجهیزات کنترل آلودگی که برای پسماندهای صنعتی طراحی شده اند و در دماهای بالا راهبری می شوند؛
- ترقیق و تخلیه به فاضلابرو برای مایعات نسبتا بی خطر همانند محلول های وریدی (نمک ها، آمینواسیدها، گلوکز).

برخی از فناوری های نوظهور شامل ازن زنی در مقیاس بزرگ و تجزیه با استفاده از کاتالیزور اکسید آهن تترا آمیدوماکروسیکلیک لیگاند (Fe-TAML) می باشند. این فناوری ها باید به دقت مورد ارزشیابی قرار گیرند، زیرا در مورد بسیاری از آن ها مدارکی در رابطه با بی خطر سازی پسماندهای دارویی وجود ندارد.

#### ۴-۹-۴- پسماندهای سایتوتوکسیک

پسماندهای شیمی دارویی، شامل سایتوتوکسیک ها، پسماندهای داروهای ضد سرطان و سایتو استاتیک، باید در ابتدا از طرق تفکیک صحیح، خرید مقادیر مناسب دارو، استفاده از شیوه های صحیح جلوگیری از نشت و پاک سازی و در صورت امکان جایگزین نمودن داروهای مقاوم در برابر تجزیه با داروهای تجزیه پذیر کمینه شوند.

پسماندهای سایتوتوکسیک بسیار خطرناک بوده و نباید هرگز دفن شده یا به سیستم فاضلابرو تخلیه شوند. گزینه های دفع این نوع پسماندها عبارتند از:

- برگشت دادن به تامین کننده
  - سوزاندن در دماهای بالا
  - تجزیه شیمیایی مطابق با دستورالعمل های شرکت تولید کننده
- تخریب کامل کلیه مواد سایتوتوکسیک ممکن است نیازمند دماهای تا  $1200^{\circ}\text{C}$  و حداقل زمان ماند گاز ۲ ثانیه در محفظه ثانویه باشد. پسماندسوزهای مورد استفاده باید مجهز به تجهیزات تمیز سازی گاز باشند. سوزاندن این پسماندها در دماهای پایین تر می تواند منجر به انتشار بخارات خطرناک سایتوتوکسیک به درون جو شود. سوزاندن در اغلب پسماندسوزهای شهری یعنی در پسماندسوزهای تک محفظه ای یا سوزاندن روباز برای دفع پسماندهای سایتوتوکسیک مناسب نیست.

روش های تجزیه شیمیایی که موجب تبدیل ترکیبات سایتوتوکسیک به ترکیبات غیرسمی / غیرژنوتوکسیک می شوند، را می توان برای تجزیه باقیمانده های داروها یا برای تمیز سازی محل های آلوده شده با ادرار، نشت ها و لباس های محافظ مورد استفاده قرار داد. این روش زیاد مورد استفاده قرار نمی گیرند و کاربرد آن نیازمند آگاهی های زیادی می باشد. این روش ها برای بی خطر سازی مایعات آلوده بدن مناسب نیستند. انتشارات

واحد مداخلات ژن - محیط سازمان بین المللی تحقیق در مورد سرطان (IARC) را می توان برای کسب اطلاعات بیشتر مورد مطالعه قرار داد.

باید توجه داشت که در حال حاضر نه سوزاندن و نه تجزیه شیمیایی راه حل کاملاً رضایت بخشی برای بی خطر سازی پسماندها، نشت ها یا مایعات زیستی آلوده شده با عوامل ضد سرطان فراهم نمی آورند. تا زمانی که یک راه حل کامل پیدا شود، بیمارستان ها باید حداکثر مراقبت خود را در مورد استفاده و مدیریت داروهای سایتوتوکسیک به کار گیرند.

جایی که نه پسماندسوزی در دماهای بالا و نه روش های تجزیه شیمیایی در دسترس می باشند و جایی که صادر کردن پسماندهای سایتوتوکسیک برای بی خطر سازی کامل به کشوری با تجهیزات مورد نیاز و متخصصان این حوزه وجود نداشته باشد، روش های کپسوله کردن و معدنی سازی ممکن است به عنوان آخرین راه حل مدنظر قرار گیرد. هیدرولیز قلیایی و برخی از فناوری های نوظهور می توانند کاربردهای مفیدی در تخریب پسماندهای سایتوتوکسیک داشته باشند.

### ۵-۹-۳- پسماندهای شیمیایی

ایمنی مواد شیمیایی و مدیریت پسماندهای شیمیایی خطرناک در حالت ایده آل باید موضوع یک راهبرد ملی به همراه زیرساخت ها، قوانین سرنوشت نهایی یا چرخه حیات اجزای نظارتی قانونی و کارکنان آموزش دیده باشد.

بهبود مدیریت پسماندهای شیمیایی با کمینه سازی پسماندها شروع می شود. گزینه های کمینه سازی عبارتند از:

- جایگزین نمودن تمیز کننده ها و حلال های بسیار سمی و مقاوم با مواد شیمیایی دارای سمیت کمتر و دوستدار محیط زیست؛
- در صورت امکان استفاده از کمترین غلظت ها؛
- اطمینان از کنترل مناسب فهرست موجودی (یعنی خرید در هنگام نیاز)؛
- طراحی مناسب محل های ذخیره سازی؛
- یکپارچه سازی مدیریت آفات؛
- پوشش کشیدن بر روی سینی ها و ابزارآلات ضد عفونی کننده به منظور پیشگیری از تبخیر؛
- توسعه شیوه های پیشگیری از نشت و تمیز سازی؛
- بازیابی حلال ها با استفاده از تقطیر جزء به جزء.

در مواردی که قوانین محلی مجاز دانسته باشد، مواد شیمیایی عمومی غیر قابل بازیافت مثل قندها، آمینواسیدها و برخی نمک های خاص را می توان با پسماندهای شهری دفع کرد یا در فاضلابرها تخلیه نمود. البته برای انجام این کار ممکن است به کسب مجوز رسمی از نهاد مسئول نیاز باشد؛ علاوه بر این انواع و مقادیر موادی که می توان تخلیه نمود ممکن است محدود باشد.

مدیریت پسماندهای شیمیایی توصیه می کنند:

- اجزای مختلف پسماندهای شیمیایی خطرناک به منظور جلوگیری از بروز واکنش های شیمیایی ناخواسته باید به طور مجزا از هم ذخیره شوند.
- پسماندهای شیمیایی خطرناک نباید به درون سیستم های فاضلاب و تخلیه شوند.
- مقادیر زیاد پسماندهای شیمیایی نباید دفن شوند زیرا می توانند از مخازن خود نشت کرده بر فرایندهای تریق و تضعیف طبیعی که توسط پسماندها و خاکهای مجاور فراهم آورده می شوند غلبه کرده و موجب آلودگی منابع آب شوند.
- مقادیر زیاد گندزدهای شیمیایی نباید کپسوله شوند زیرا برای بتون خورنده بوده و گاهی اوقات تولید گازهای قابل انفجار می نمایند.

یک گزینه برای دفع مواد شیمیایی خطرناک برگشت دادن آن ها به تامین کنندگان اولیه است که این تامین کنندگان باید این مواد را به شیوه ایمن مدیریت نمایند. جایی که این قبیل اقدامات متصور باشد، اقدامات مناسبی باید در قرارداد خرید اولیه مواد شیمیایی گنجانده شود. این پسماندها ترجیحا باید توسط یک پیمانکار متخصص داراری متخصصان و تسهیلات مورد نیاز برای دفع ایمن پسماندهای خطرناک، مورد بی خطر سازی قرار گیرند. استفاده از برخی از محصولات خاص برای اهداف غیر پزشکی نیز می تواند مدنظر باشد؛ به عنوان مثال استفاده از گندزدهای تاریخ مصرف گذشته برای تمیز سازی توالت غالبا قابل قبول است.

پسماندهای فتوشیمیایی باید به طور 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 فرایندهای تبادل یون، بازیابی الکترولیتی یا صاف سازی (فیلتراسیون) امکان پذیر است. محلول های مصرف شده حمام تثبیت و حمام پرداخت عکس در مراکز تصویر برداری باید به دقت مخلوط شده و محلول خنثی شده برای حداقل یک روز ذخیره شود. مخلوط باید رقیق شده (به نسبت ۱ به ۲) و به آرامی به فاضلاب و ریخته شود.

### ۶-۹-۳- پسماندهای حاوی فلزات سنگین

برخی از پسماندهای خدمات بهداشتی درمانی حاوی فلزات سنگینی از قبیل غلظت های بالای کادمیوم حاصله از باطری های سلول خشک و جیوه حاصله از دماسنج ها، دستگاه های سنجش فشار خون، لوله کانتور، منقبض کننده ها، سوئیچ های جیوه ای و برخی از باطری های کوچک دکمه ای شکل می باشند.

یکی از گزارشات خط مشی گرایانه WHO در امر مراقبت بهداشتی درمانی، راهبردی را تعیین نموده که شامل توسعه شیوه های تمیز سازی، جابه جایی و ذخیره سازی ایمن جیوه با کاهش مصرف غیر ضروری تجهیزات حاوی جیوه و جایگزینی محصولات حاوی جیوه با محصولات فاقد جیوه و پشتیبانی از جایگزینی تجهیزات و محصولات حاوی جیوه با جایگزین های عاری از جیوه در دراز مدت می باشد. پسماندهای حاوی جیوه و کادمیوم نباید دفن و یا سوزانده شوند. کادمیوم و جیوه در دماهای نسبتا پایین فرار می شوند و می توانند موجب آلودگی هوا شوند.

در برخی از کشورها، پسماندهای جیوه یا کادمیوم را می توان به تاسیساتی که مخصوص بازیابی فلزات سنگین هستند ارسال کرد. همچنین پس فرستادن این پسماندها به تامین کنندگان اولیه تجهیزات با هدف پردازش مجدد یا دفع امکان پذیر است. صادرات این پسماندها به کشورهای دارای متخصصان و تجهیزات ضروری برای بی خطر سازی کافی آن ها نیز می تواند به عنوان یک گزینه مدنظر باشد، اما این گزینه تنها در چارچوب کنوانسیون بازل امکان پذیر است. چنانچه هیچ یک از گزینه های فوق عملی نباشد، این نوع پسماندها باید به یک محل دفع یا ذخیره سازی، که برای پسماندهای خطرناک صنعتی طراحی شده اند، فرستاده شوند. دبیرخانه کنوانسیون بازل رهنمودهای فنی در مورد مدیریت زیست محیطی مناسب پسماندهای حاوی جیوه منتشر نموده است. این رهنمودها در برگیرنده پیشگیری از تولید و کمینه سازی، جابه جایی ذخیره سازی موقت، حمل و نقل، بی خطر سازی، بازیابی، ذخیره سازی درازمدت و دفع پسماندهای جیوه است. برنامه توسعه سازمان ملل رهنمود مفصلی در رابطه با تمیز سازی، حمل و ذخیره سازی موقت پسماندهای حاوی جیوه تولیدی در مراکز خدمات بهداشتی درمانی تدوین نموده است.

### ۷-۹-۳- پسماندهای رادیواکتیو

بی خطر سازی و دفع پسماندهای رادیواکتیو معمولاً در حوزه صلاحیت یک سازمان قانونی انرژی هسته ای است که سطوح شفاف و طبقه بندی های این پسماندها را بر اساس سطوح فعالیت (میزان اکتیویته) و نیمه عمر رادیونوکلئوئیدها تعریف می نماید (مطابق رهنمود های ابلاغی).

### ۱۰-۳- دلایل کاربرد روش های غیر سوز (non-incineration technologies) در ایران

- با توجه به ممنوعیت کاربرد زباله سوز در شهرها و مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی ناشی از آنها وزارت بهداشت با کمک متخصصین، روشهای مختلف تصفیه و بی خطر سازی پسماند را بررسی نمود و در نهایت با عنایت به بررسی های به عمل آمده و توصیه و تایید سازمان حفاظت محیط زیست استفاده از سیستم های غیر سوز بی خطر ساز را پیشنهاد نمود.
- اتوکلاو یکی از روش های استریلیزاسیون بوده و در صورت استفاده صحیح از این روش، تمامی مراجع و منابع علمی بر کارایی آن جهت نابودی تمامی میکروارگانیسم ها تاکید دارند.
- اتوکلاو یکی از روشهای غیر سوز بی خطر ساز پسماند می باشد.
- بیمارستانها به دلیل استفاده از این سیستم ها در C.S.R با کارکرد آن آشنا هستند و کاربری آن پیچیده نیست.
- معرفی روش های غیر سوز توسط سازمان حفاظت محیط زیست و تاکید بر کارایی سیستم های غیر سوز در خصوص بی خطر سازی و استریل کردن پسماند عفونی

## فصل چهارم - مدیریت پسماند ناشی از برنامه ملی تزریق واکسیناسیون در شرایط

### کووید-۱۹

پرسش های مهم که در این فصل پاسخ داده می شوند:

- مدیریت پسماند واکسیناسیون در شرایط کووید-۱۹ چگونه است؟
- روش های بی خطر سازی پسماندهای ناشی از واکسیناسیون در شرایط کووید-۱۹ چیست؟
- چه مواردی در حین ذخیره، جمع آوری و انتقال پسماندهای ناشی از واکسیناسیون در شرایط کووید-۱۹ چیست می بایست رعایت گردد؟
- ملاحظات مرتبط با ایمنی افراد در فرایند مدیریت پسماند واکسیناسیون در شرایط کووید-۱۹ چیست؟

مدیریت پسماندها باید به طریق ایمن و مطابق با قوانین و مقررات ملی انجام گردد. براساس "ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته" و دستورالعمل های مرتبط: کلیه مراکز تولیدکننده پسماند پزشکی (اعم از بیمارستان ها، درمانگاه ها، مراکز بهداشت و سایر مراکز تولید کننده پسماند پزشکی) موظفند در مبدأ تولید، نسبت به تفکیک انواع پسماند اقدام نمایند.

- جعبه و کارتن های خالی بعنوان پسماند عادی در نظر گرفته می شوند.
- پسماندهای تولیدی در طی اجرای برنامه ملی واکسیناسیون کووید-۱۹ در پایگاه و مراکز منتخب مجری برنامه ملی واکسیناسیون کووید-۱۹ از جمله ویال واکسن، سرنگ و سر سوزن و پد الکی استفاده شده پس از تزریق، به عنوان پسماند عفونی تلقی می گردد.
- در صورت وجود واکسن های مازاد و غیر قابل استفاده با توجه به ماهیت واکسن های مورد استفاده که حاوی ادنووایروس می باشند به عنوان پسماندهای عفونی در نظر گرفته شده و باید توسط دستگاه های بی خطر ساز غیر سوز مجهر به خرد کن مستقر در بیمارستان ها نسبت به غیر فعال سازی میکروبی آن اقدام نمود.
- کلیه پسماندهای تیز و برنده از جمله سرنگ و سر سوزن تزریق واکسن بدون انجام درپوش گذاری و ویال استفاده شده باید در Safety Box جمع آوری گردد و Safety Box ها باید نزدیک به محلی که اقلام مذکور مورد استفاده قرار می گیرند، قرار داده شوند.
- ماسک، گان، دستکش و پد های الکی استفاده شده در کیسه های مقاوم زرد رنگ (واقع در سطل های زرد رنگ) جمع آوری گردد. سطل زباله در دار پدالی با کیسه زرد رنگ و دارای برچسب پسماند عفونی برای پسماندهای تولیدی استفاده شود.
- کیسه های مورد استفاده برای پسماندهای عفونی، زرد رنگ و دارای جنس مقاوم و غیر قابل نشت باشند.
- بر روی کیسه ها برچسب زده شود.
- بعد از پر شدن سه چهارم کیسه برای جلوگیری از پخش پسماند در کیسه گره زده شود.

- چنانچه احتمال آلودگی قسمت خارجی کیسه و یا پاره شدن و سوراخ شدن کیسه وجود دارد پسماند عفونی در داخل دو کیسه قرار گیرد.
- جمع آوری پسماندهای تولیدی توسط نیروهای خدماتی آموزشی دیده و دارای تجهیزات حفاظت فردی جمع آوری گردد.
- از انباشت پسماندهای عفونی جلوگیری شود و در اولین فرصت نسبت به بی خطر سازی اقدام شود.
- انجام فرایند بی خطر سازی کلیه پسماندهای عفونی تولیدی ناشی از برنامه ملی واکسیناسیون کووید-۱۹، فقط با دستگاه های بی خطر ساز مجهز به خرد کن مستقر در بیمارستان های تحت پوشش دانشگاه های علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی انجام گیرد.
- چنانچه پایگاه / مرکز بهداشتی درمانی فاقد تجهیزات بی خطر ساز مجهز به خرد کن پسماند است، باید جهت انجام فرایند بی خطر سازی از امکانات بی خطر ساز مجهز به خرد کن بیمارستان های مجاور تحت پوشش دانشگاه های علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی استفاده نماید.
- در بیمارستان هایی که فرایند بی خطر سازی پسماندهای فوق را انجام می دهند:
  - کلیه فرایندهای مربوط به بررسی عملکرد دستگاه های بی خطر ساز به طور مرتب و صحیح انجام گیرد.
  - اپراتور دستگاه بی خطر ساز در خصوص خطرات ناشی از پسماند آموزش های لازم را دریافت کند.
  - اپراتور دستگاه در حین کار با دستگاه و انجام عملیات بی خطر سازی پسماند از تجهیزات حفاظت فردی کامل استفاده نماید.
- هماهنگی لازم با شهرداری جهت تحویل پسماندهای بی خطر شده و انتقال با خودرو مخصوص حمل پسماندهای بی خطر شده بدون فشردن پسماند از مرحله تفکیک در مبدا، جمع آوری و انتقال به محل نگهداری موقت در مرکز و تحویل به بیمارستان برای بی خطر سازی و دفع نهایی، کارکنان باید از وسایل حفاظت فردی مناسب استفاده کنند و آموزش های لازم در مورد نحوه صحیح استفاده از آنها را دریافت کرده باشند.
- از اختلاط پسماندهای عفونی تولید شده در محل انجام واکسیناسیون با پسماند عادی تولیدی در سایر بخش های مرکز / بیمارستان خودداری گردد.
- از قرار دادن کیسه های حاوی پسماندهای عفونی و تیز و برنده در داخل مخازن پسماندهای عادی شهری جدا خودداری گردد.
- از قراردادن کیسه های حاوی پسماندهای عفونی و تیز و برنده در کوچه و خیابان جدا خودداری گردد.
- پس از جمع آوری و تخلیه سطل های پسماند، نسبت به نظافت و گندزدایی سطل ها اقدام گردد.
- در پایگاه های مستقر در بیمارستان های منتخب روزانه نسبت به جمع آوری کیسه ها و **Safety Box** و انتقال ایمن آن ها به محل بی خطر سازی در محل بیمارستان اقدام گردد.

**توجه:** انتخاب حجم Safety Box باید متناسب با میزان پسماند تولیدی طوری باشد که دو سوم آن در پایان هر روز پر شده باشد و حتی اگر در پایان روز به حد دو سوم نرسیده باشد تاکید می گردد بصورت روزانه جمع آوری و حداکثر تا ۲۴ ساعت فرایند بی خطر سازی آن ها انجام گردد.

#### جدول ۴-۱: ویژگی های ظروف و کیسه های تفکیک پسماندهای پزشکی

ردیف	نوع پسماند	نوع ظرف	رنگ ظرف	برچسب
۱	عفونی	کیسه پلاستیکی مقاوم <sup>۱</sup>	زرد	عفونی
۲	تیز و برنده	Safety box <sup>۲</sup> استاندارد	زرد با درب قرمز	تیز و برنده دارای خطر زیستی
۳	عادی	کیسه پلاستیکی مقاوم <sup>۳</sup>	سیاه	عادی

۱. لازم است کیسه های فوق در سطل های زرد رنگ نگهداری شوند.
۲. موسسه استاندارد، استاندارد این ظروف را تدوین کرده است.
۳. لازم است کیسه های فوق در سطل های آبی رنگ نگهداری شوند.



راهنمای مدیریت پسماندهای پزشکی در بیمارستان ها و مراکز بهداشتی درمانی منتخب در  
برنامه ملی واکسیناسیون کوید-۱۹

پسماند عفونی (کیسه پلاستیکی)	پسماند تیز و برنده پزشکی (safety box)	پسماند عادی
 اتاق واکسیناسیون	 اتاق واکسیناسیون	 اتاق واکسیناسیون و مکان های عمومی
مسار		
 ماسک	 سرینگ تزریق واکسن	 اجزای غیر قابل بازیافت
 دستکش	 وial واکسن	 بقایای مواد غذایی
 پشه آغشته به خون		 دستمال کاغذی
غیر مساز		
 دستمال کاغذی	 پسماند عادی	 پسماندهای قابل بازیافت
 پسماند قابل بازیافت و عادی	 پسماندهای قابل بازیافت	 تیز و برنده
 تیز و برنده	 مایعات	 مایعات

## فصل پنجم - قوانین و مقررات مرتبط با مدیریت پسماند پزشکی

پرسش های مهم که در این فصل پاسخ داده می شوند:

- قوانین، آیین نامه و ضوابط مرتبط با پسماند پزشکی در ایران کدامند؟
- هدف از تدوین ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته چیست؟
- روند فعلی مدیریت پسماند پزشکی در کشور ایران چگونه است؟
- مدیریت انواع پسماند تولیدی چگونه است؟
- روش های مدیریتی پسماند در بیمارستان ها چگونه است؟
- روش های مدیریتی پسماند در مراکز بهداشتی و درمانی چگونه است؟
- روش تبدیل پسماند پزشکی ویژه به عادی باید دارای چه ویژگی هایی باشد؟

### ۱-۵- قانون مدیریت پسماند

مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۸۳ قانون مدیریت پسماندها را به تصویب رساند و پس از تصویب این قانون و بر اساس ماده ۲۲ آن هیات محترم وزیران در سال ۱۳۸۴ آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها را تدوین و به تصویب رساند. قانون مدیریت پسماند در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir) بخش حوزه های مرکز، قسمت حوزه های مربوط به بهداشت محیط، بهداشت مراکز بهداشتی و درمانی قابل دسترسی می باشد.

**مطابق ماده ۷ قانون**، مدیریت اجرایی کلیه پسماندها غیر از صنعتی و ویژه در شهرها و روستاها و حریم آنها به عهده شهرداریها و دهیاریها و در خارج از حوزه وظایف شهرداریها و دهیاریها به عهده بخشدارها می باشد. مدیریت اجرایی پسماندهای صنعتی و ویژه به عهده تولید کننده خواهد بود. در صورت تبدیل آن به پسماندهای عادی به عهده شهرداریها، دهیاریها و بخشدارها خواهد بود.

تبصره: مدیریت های اجرایی می توانند تمام یا بخشی از عملیات مربوط به جمع آوری، جداسازی و دفع پسماندها را به اشخاص حقیقی و حقوقی واگذار نمایند.

مدیریت اجرایی پسماند: شخصیت حقیقی یا حقوقی است که مسئول برنامه ریزی ساماندهی، مراقبت و عملیات اجرایی مربوط به تولید، جمع آوری، ذخیره سازی، جداسازی، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع پسماندها و همچنین آموزش و اطلاع رسانی در این زمینه است.

بر اساس تبصره ۱ ماده ۲ قانون مدیریت پسماندها، پسماندهای پزشکی جزو پسماندهای ویژه محسوب می شوند.

**مطابق ماده ۱۳ قانون**، مخلوط کردن پسماندهای پزشکی با سایر پسماندها و تخلیه آنها در محیط و یا فروش، استفاده و بازیافت این نوع پسماندها ممنوع است.

**مطابق ماده ۱۶ قانون**، نگهداری، مخلوط کردن، جمع آوری، حمل و نقل، خرید و فروش، دفع، صدور و تخلیه پسماندها در محیط بر طبق مقررات این قانون و آئین نامه اجرایی آن خواهد بود.

**مطابق ماده ۱۸ قانون**، در شرایطی که آلودگی، خطر فوری برای محیط و انسان دارد، با اخطار سازمان و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، متخلفین و عاملین آلودگی موظفند فوراً اقداماتی را که منجر به بروز آلودگی و تخریب محیط زیست می شود متوقف نموده و بلافاصله مبادرت به رفع آلودگی و پاکسازی محیط نمایند. در صورت استنکاف، مرجع قضایی خارج از نوبت به موضوع رسیدگی و متخلفین و عاملین را علاوه بر پرداخت جریمه تعیین شده ملزم به رفع آلودگی و پاکسازی خواهد نمود.

## ۲-۵- آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها

**مطابق ماده ۱۱ آیین نامه**، کلیه مراکز تولید کننده پسماندهای ویژه (پزشکی) باید نسبت به جداسازی پسماندهای ویژه از پسماند عادی در محل تولید اقدام کنند. (تاکید بر تفکیک پسماند در مبدا)  
آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir)، بخش حوزه های مرکز، قسمت حوزه های مربوط به بهداشت محیط، بهداشت مراکز بهداشتی و درمانی قابل دسترسی می باشد.

## ۳-۵- ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته

به استناد ماده ۱۱ قانون مدیریت پسماندها تدوین " ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته " در دستور کار سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی قرار گرفت. مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت و درمان و دفتر بررسی آلودگی های آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست طی جلسات کارشناسی مشترک پیش نویس ضوابط مذکور را با بهره گیری از توصیه های سازمان جهانی بهداشت و آژانس حفاظت از محیط زیست امریکا و شرایط کشور تهیه و کمیسیون امور زیربنایی صنعت و محیط زیست ضوابط مذکور را تصویب و در مورخ ۱۳۸۷/۰۲/۰۸ ابلاغ نمود.

اهداف ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته:

- حفظ سلامت عمومی و محیط زیست در مقابل اثرات نامطلوب پسماندهای پزشکی
- اطمینان از مدیریت اجرایی مناسب و ضابطه مند پسماندهای پزشکی
- ایجاد رویه ای مناسب و ضابطه مند برای تولید، حمل، نگهداری، تصفیه، امحا و دفع پسماندهای پزشکی

ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir)، بخش حوزه های مرکز، قسمت حوزه های مربوط به بهداشت محیط، بهداشت مراکز بهداشتی و درمانی قابل دسترسی می باشد.

#### ۴-۵- ماده ۶۸۸ قانون مجازات اسلامی (تعزیرات) مصوب ۱۳۷۵

هر اقدامی که تهدید علیه بهداشت عمومی شناخته شود از قبیل آلوده کردن آب آشامیدنی یا توزیع آب آشامیدنی آلوده، دفع غیر بهداشتی فضولات انسانی و دامی، مواد زائد، ریختن مواد مسموم کننده در رودخانه ها، زباله در خیابان ها و کشتار غیر مجاز دام، استفاده غیر مجاز فاضلاب خام یا پساب تصفیه خانه های فاضلاب برای مصارف کشاورزی ممنوع می باشد و مرتکبین چنانچه طبق قوانین خاص مشمول مجازات شدیدتری نباشد به حبس تا یک سال محکوم خواهند شد.

تبصره ۱: تشخیص اینکه اقدام مزبور تهدید علیه بهداشت عمومی و آلودگی محیط زیست شناخته می شود و نیز غیر مجاز بودن کشتار دام و دفع فضولات دامی و همچنین اعلام جرم مذکور حسب مورد بر عهده وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان دامپزشکی خواهد بود. ماده مذکور در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir) قابل دسترسی می باشد.

#### ۵-۵- آیین نامه بهداشت محیط مصوب ۱۳۷۱ هیئت محترم وزیران

ماده ۷ آیین نامه فوق در خصوص نظارت بهداشتی بر بیمارستان ها و مراکز بهداشتی درمانی می باشد و بخشی از آن به مدیریت پسماند اختصاص دارد. این آیین نامه در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir) قابل دسترسی می باشد.

#### ۶-۵- آیین نامه نحوه تأسیس و اداره بیمارستان ها

در قسمتی از آیین نامه نحوه تأسیس و اداره بیمارستان ها نکات مرتبط با مدیریت پسماند پزشکی مطرح گردیده است و این آیین نامه در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir) قابل دسترسی می باشد.

#### ۷-۵- اعتباربخشی بیمارستان ها

راهنمای اعتباربخشی بیمارستان در پیوند <https://accreditation.behdasht.gov.ir> مربوط به معاونت درمان وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی قابل دستیابی می باشد.

#### ۸-۵- روند فعلی مدیریت پسماندهای پزشکی در کشور

با توجه به ماده ۷ قانون مدیریت پسماندها، مدیریت اجرایی پسماندهای ویژه (از جمله پسماندهای پزشکی) بر عهده تولیدکننده است. بنابراین بیمارستان ها موظفند بر مبنای این قانون نسبت به مدیریت صحیح پسماندهای تولیدی خود اقدام نمایند و مدیریت اجرایی آنها باید بر اساس ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته انجام شود.

مطابق ماده ۶۴ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته بی خطر سازی پسماندهای عفونی و تیز و برنده توسط مراکز عمده تولیدکننده پسماند پزشکی ویژه (مانند بیمارستان ها) و در شهرهای متوسط و بزرگ باید در محل تولید انجام شود تا مخاطرات ناشی از حمل و نقل و هزینه های مربوطه به حداقل برسد. در شهرهای کوچک و روستاها و مراکز کوچک، پسماندها می توانند در سایت مرکزی بی خطر گردند.

مطابق ماده ۶۵ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، سایر مراکز تولید پسماند پزشکی ویژه (اعم از درمانگاهها، مراکز بهداشت، آزمایشگاه ها، مراکز تزریق، رادیولوژی ها، دندانپزشکی، فیزیوتراپی ها، مطب ها و سایر مراکز تولید پسماند پزشکی) می توانند در سایت های منطقه ای یا مرکزی، زباله تولیدی را بی خطر نمایند و یا از امکانات بی خطر ساز بیمارستان های مجاور استفاده نمایند.

مطابق ماده ۶۶ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، تحویل پسماند به واحدهای مرکزی تصفیه یا دفع فاقد مجوز ممنوع است.

مطابق ماده ۶۷ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، واحدهای متمرکز بی خطر ساز پسماند باید از وزارت بهداشت و سازمان مجوز دریافت نمایند.

مطابق ماده ۶۸ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، مطابق ماده (۷) قانون مدیریت پسماندها پس از تبدیل پسماند پزشکی ویژه به عادی، ساز و کار مدیریت آن همانند پسماند عادی صورت می گیرد.

مطابق ماده ۶۲ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته هر تولیدکننده پسماند پزشکی ویژه می بایست یکی یا تلفیقی از روشهای بی خطر سازی، تصفیه و امحا را انتخاب و پس از تایید وزارت به اجرا گذارد.

مطابق ماده ۶۹ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، هر روش تبدیل پسماند پزشکی ویژه به عادی باید دارای ویژگیهای زیر باشد:

- دستگاه باید قابلیت غیر فعال سازی میکروبی اسپورهای باکتری ( Microbial inactivation efficacy) به میزان حداقل تا (۶) کاهش لگاریتمی در پایه (۱۰) را داشته باشد. ( $10 \log 6$ )
- محصولات جانبی سمی یا خطرناک در حین بی خطر سازی تولید نگردد.
- خطر و احتمال انتقال بیماری و عفونت را حذف نماید.
- مستندات مربوط به انجام فرآیند و بررسی صحت عملکرد دستگاه وجود داشته باشد.
- از نظر بهداشتی و ایمنی برای کارکنان و کاربران و ... بی خطر باشد و یا حداقل خطر را ایجاد نماید.
- خروجی هر روش بایستی برای انسان و محیط زیست بی خطر بوده و به راحتی و بدون انجام فرآیند دیگری قابل دفع باشد.
- از لحاظ ایمنی دارای شرایط مناسب باشد و در کلیه مراحل کار ایمنی سیستم حفظ شود.
- مقرون به صرفه باشد و توسط جامعه مورد پذیرش باشد.
- در راستای عمل به تعهدات بین المللی باشد.

- اعضا و اندام‌های قطع شده بایستی مجزا جمع آوری و برای دفع به گورستان محل حمل شده و به روش خاص خود دفع گردد.
  - کلیه روش‌های مورد استفاده باید در قالب مدیریت پسماند به تایید مراجع صالح برسد.
- مطابق ماده ۷۰ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، نصب هرگونه زباله سوز اعم از متمرکز و غیرمتمرکز در شهرها ممنوع است.

#### ۱-۸-۵- مدیریت پسماند در بیمارستان‌ها

- طبق مفاد ماده ۷ قانون مدیریت پسماندها مدیریت بیمارستان ملزم است یکی از دو روش زیر را برای مدیریت اجرایی پسماند پزشکی ویژه تولیدی در بیمارستان بکار گیرد:
- مدیریت اجرایی بیمارستان می تواند عملیات مدیریت اجرایی پسماند پزشکی ویژه را راساً انجام دهد.
  - مدیریت اجرایی پسماند پزشکی ویژه می تواند به استناد تبصره ماده ۷ قانون مدیریت پسماندها تمام یا بخشی از عملیات اجرایی پسماند پزشکی ویژه را به بخش خصوصی (اشخاص حقیقی و حقوقی) واگذار نماید.

#### ۲-۸-۵- مدیریت پسماند در مراکز بهداشتی و درمانی

- برای تبدیل پسماندهای عفونی و تیز و برنده به پسماندهای عادی (بی خطر) در مراکز فوق می توان طبق مفاد ماده ۶۵ ضوابط و روشهای مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته (موضوع ماده ۱۱ قانون مدیریت پسماندها) از روشهای زیر استفاده نمود:
- نصب دستگاههای غیرسوز با حجم مناسب و استفاده از آنها در مبدأ تولید (در داخل هر مرکز یا مطب و ...)
  - نصب دستگاههای غیرسوز با حجم مناسب و استفاده از آنها بصورت مرکزی (در ساختمان پزشکان)
  - عقد قرارداد و تحویل پسماند پزشکی ویژه به نزدیکترین بیمارستان یا نزدیکترین محل مجهز به سیستم بی خطر ساز غیرسوز
  - واگذاری به اشخاص حقیقی و حقوقی
  - بدیهی است حمل و نقل پسماند پزشکی ویژه از محل تولید تا محل استقرار دستگاه بی خطرساز غیرسوز باید با رعایت کلیه ضوابط بهداشتی و ایمنی صورت گیرد.

۹-۵- راهنما و دستورالعمل انتخاب و نحوه تهیه دستگاه های غیر سوز بی خطر ساز پسماند پزشکی:

راهنما و دستورالعمل فوق در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir)، بخش حوزه های مرکز، قسمت حوزه های مربوط به بهداشت محیط، بهداشت مراکز بهداشتی و درمانی قابل دسترسی می باشد.

#### ۱۰-۵- پایش دستگاه های بی خطر ساز پسماند

نحوه پایش دستگاه های بی خطر ساز در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir)، قابل دسترسی می باشد.

#### ۱۱-۵- اظهار نامه بی خطر سازی پسماند عفونی و تیز و برنده

به منظور وحدت رویه و مشخص نمودن اینکه بیمارستان ها پسماند تولیدی خود را بی خطر نموده و به مراجع ذیربط (شهرداری) تحویل می نمایند بایستی ضمن هماهنگی با ارگانهای ذیربط، براساس فرم های مشخص اظهار نامه تکمیل و ارسال گردد. این اظهار نامه در پیوند [markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir)، بخش حوزه های مرکز، قسمت حوزه های مربوط به بهداشت محیط، بهداشت مراکز بهداشتی و درمانی قابل دسترسی می باشد.





IKHC  
مجتمع بیمارستانی امام خمینی (ره)



دانشگاه علوم پزشکی  
و خدمات بهداشتی درمانی تهران



[ikhc.tums.ac.ir](http://ikhc.tums.ac.ir)

۰۲۱-۶۱۱۹۰