

بررسی مدیریت بهینه دو روش زباله سوزی و اتوکلاو پسماند های پزشکی با تاکید بر کاهش خطرات زیست محیطی

مهرنوش جمشیدی^{۱*}، دکتر مصطفی عادل زاده^۲

۱- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع گرایش ایمنی صنعتی، دانشگاه کاسپین قزوین، ایران

۲- دکترای مدیریت محیط زیست، هیئت علمی دانشگاه انرژی ساوه، ایران

چکیده

زمینه و هدف: پسماندهای بیمارستانی حاوی مقادیر زیادی از عوامل بیماریزای واگیر میباشند و تماس افراد مستعد با آنها می تواند موجب ایجاد بیماری های عفونی گردد. هدف از این مطالعه، تعیین وضعیت مدیریت مواد زائد جامد پسماند های پزشکی با تاکید بر کاهش خطرات زیست محیطی است. **روش کار:** پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی - تحلیلی می باشد که با مطالعه کامل منابع (مقالات، کتب، مجلات و ..) فارسی و انگلیسی در پایگاه های معتبری چون SID, Irandoc, magiran, googlescholar نمایه شده اند، تنظیم و به رشته ی تحریر در آمده است. **یافته ها:** بررسی مطالعات گذشته در این حوزه نشان میدهد که وجود بیماری های واگیر و انواع میکرو ارگانیسم های بیماری زا در پسماند های پزشکی، تفکیک، جمع آوری و دفن آنها بسیار حائز اهمیت است. مواد زائد پزشکی شامل مواد زائد غیر عفونی، مواد زائد عفونی، مواد زائد خطرناک می باشند. جداسازی، بسته بندی و برچسب گذاری با آرم مخصوص، جمع آوری، حمل و نقل، تصفیه و دفع از مراحل مختلف مدیریت این مواد است. **نتیجه گیری:** زباله های عفونی، خطرات ناشی از آنها و نحوه برخورد و دفع آنها باید بیش از پیش مورد توجه قرار گیرند. دو مشکل عمده در مدیریت پسماندهای بیمارستانی عبارت است از: (۱) عدم آگاهی پرسنل و مدیران بیمارستان درمورد معضلات پسماندهای بیمارستانی، (۲) عدم وجود سرمایه کافی جهت تهیه بی خطر سازها.

واژه های کلیدی: پسماند پزشکی، مدیریت پسماند، زباله سوزی، اتوکلاو

مقدمه

مدیریت پسماندهای بیمارستانی به دلیل دارا بودن پتانسیل عفونت زایی و وجود پسماندهای خطرناک در آن اهمیت فراوانی دارد. این پسماندها در بیمارستان ها، درمانگاه ها، کلینیک ها و مراکز پزشکی دیگر، همچنین مراکز تحقیقات پزشکی و دارویی تولید می شود (Farzadkia et al, ۲۰۰۹). اگرچه سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) پسماندهای بیمارستانی را جزء زائدات خطرناک تعریف کرده است، اما از نظر سازمان بهداشت جهانی (WHO) پسماندهای بیمارستانی باید همانند پسماندهای ویژه مورد تصفیه قرار گیرند. امروزه مشخص شده است که گروههای مشخصی از زائدات پزشکی جزء زائدات زیان آور و خطرناکی هستند که در جامعه تولید می گردند (Bdour, et al, ۲۰۰۷). به طوری که به عنوان عامل خطرات بالقوه بهداشتی و آسیب به محیط زیست مطرح می شود (Awodele, Adewoye Oparah, Ferreira, Ribau Teixeira, ۲۰۰۹). (۲۰۱۶).

در مدیریت پسماند، پسماندهای بهداشتی - درمانی به دلیل ماهیت خطرناک آن، از اولویت و تقدم بیشتری برخوردار است (Akum, ۲۰۱۴). مدیریت پسماندهای بهداشتی - درمانی به دلیل عامل عفونت و سمیت، یک امر ضروری زیست محیطی و موضوع ایمنی و بهداشتی محسوب می شود (Brandam, Lteif, Salameh, Maamari, ۲۰۱۵). سازمان بهداشت جهانی اعلام کرده است که از مقدار کل پسماندهای تولید شده ناشی از فعالیت های بهداشتی - درمانی، حدود ۸۵ درصد، جز پسماندهای عادی یا غیر خطرناک و ۱۵ درصد باقیمانده جز پسماندهای خطرناک در نظر گرفته می شود که ممکن است عفونی، سمی یا رادیو اکتیو باشند. پسماندهای بهداشتی - درمانی به طور بالقوه حاوی میکروارگانیسم هایی هستند که می توانند به بیماران بستری در بیمارستان ها، کارگران بهداشتی (پرسنل خدمات سرایت کرده و سلامت عموم مردم را به خطر می اندازد). (Moreira, Günther, ۲۰۱۵).

میزان تولید این پسماندها به فاکتورهای متعددی بستگی دارد، از قبیل تعداد تخت فعال، نوع خدمات عمومی و تخصص پزشکی و شمار بیماران بستری (Khatib et al, ۲۰۰۹). ۸۵ درصد پسماندهای تولیدی در مراکز بیمارستانی جزء پسماندهای عادی و بدون خطر است و ۱۵ درصد آن را پسماندهای خطرناک تشکیل می دهد (Chartier et al, ۲۰۱۴). موارد مهم در این سیستم مدیریت اجرایی عبارت است از کاهش تولید در مبدأ، تفکیک و جلوگیری از عفونی و مخاطره آمیز شدن تمامی پسماندها، تصفیه و بی خطر سازی پسماندهای خطرناک، ذخیره، بسته بندی و برچسب گذاری، حمل و نقل، دفع و امحای نهایی (Lee et al, ۲۰۰۴).

از سال ۱۳۸۷، با تصویب و ابلاغ ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی در کشور، بر استفاده از روش های تصفیه و بی خطر سازی غیرسوز برای بی خطر سازی پسماندهای عفونی، تیز و برنده تأکید شده است (محمدیان فضلی و همکاران، ۱۳۹۲).

بیان مسئله

یکی از انواع مهم مواد زاید جامد در شهر ها، زباله های تولیدی از مراکز پزشکی و بهداشتی درمانی نظیر بیمارستان ها، درمانگاه ها، آزمایشگاه های تشخیص پزشکی، مطب های پزشکان و دندانپزشکان و غیره می باشد، که میان این دسته از مواد زاید تولیدی، زباله های بیمارستانی از لحاظ کمیت، تنوع و کیفیت از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. زباله های بیمارستانی به علت داشتن عوامل میکروبی بیماری زا و خطرناک از جمله باکتری های استرپتوکوک و استافیلوکوک، باسیل های سودومونا

و کزاز، ویروس های کشنده ایدز، هیپاتیت B و C و نیز وجود ترکیبات شیمیایی ضد سرطان و مواد زائد رادیو اکتیو در آنها در زمره مواد زائد خطرناک قرار می گیرند. (عمرانی و همکاران، ۱۳۹۶).

همچنین وجود اجزای نوک تیز و برنده در داخل زباله های بیمارستانی برای کارگران مسئول نظافت و جمع آوری زباله و نیز پزشکان، دندانپزشکان و سایر کارکنان بسیار مخاطره آمیز خواهد بود. قانون مدیریت پسماند ایران (قانون مدیریت پسماند ها، ۱۳۸۳/۰۲/۰۲). پسماند های پزشکی (بیمارستانی را بدین گونه تعریف کرده است: به کلیه پسماند های عفونی و زیان آور ناشی از بیمارستان ها، مراکز بهداشتی، درمانی، آزمایشگاه های طبی و سایر مراکز مشابه پسماند پزشکی گفته می شود. سایر پسماند های خطرناک بیمارستانی از شمول این تعریف خارج است. همچنین در قانون پیگیری پسماند های پزشکی ایالات متحده (MWTA)، پسماند پزشکی بدین گونه تعریف شده است (Eugene, Cole, Terrence, Pierson, ۱۹۹۸): به هر گونه زباله جامدی که در اثر معاینه، درمان و یا ایمن سازی انسان یا حیوان، در تحقیقات و یا در تولید و آزمایش مواد بیولوژیکی تولید شود، پسماند پزشکی اطلاق می گردد.

بر اساس ماده ۶ دستورالعمل تفکیک، جمع آوری، حمل و دفع پسماند های پزشکی، کلیه مراکز بهداشتی درمانی موظفند پسماند های عفونی خود را با یک یا ترکیبی از روش های ذیل دفع نمایند (کیوانی، ۱۳۹۲).

-زباله سوزی

-روش های تصفیه و بی خطر سازی

- دفن بهداشتی

زباله سوزی نخستین روشی بود که پسماند ها را بصورت کنترل شده ای دفع می نمود. مشکل این روش انتشار گازهای سمی و سرطان زایی مانند دی اکسید ها و فوران ها بود که مخالفت های شدیدی را بدنبال داشت [۲۹]. البته در صورت استفاده از زباله سوز های مناسب و بهره گیری از سیستم های کنترل آلودگی هوا تا حد زیادی می توان از انتشار اینگونه آلودگی ها ممانعت به عمل آورد. متأسفانه در کشور های در حال توسعه چنین سیستم هایی عمدتاً موجود نیستند. با شدت گرفتن اعتراضات نسبت به عملکرد زباله سوزها، روش های تصفیه غیر سوز جای خود را در بازار باز کردند. از مهم ترین این روش ها، سیستم های تصفیه گرمایی مرطوب هستند که نمونه شاخص آنها اتوکلاو می باشد. در این روش میکروارگانیسم ها بر اثر گرمای بخار کشته شده و فرآیند تصفیه انجام می شود.

در حال حاضر دو گزینه عمده برای تصفیه پسماند های پزشکی در ایران وجود دارد: زباله سوزی و اتوکلاو. هر یک از این روش ها بصورت گسترده ای در سرتاسر جهان مورد استفاده بوده و پسماند های پزشکی را بصورت موثری تصفیه می نماید. انتخاب گزینه مناسب از این بین نیازمند مطالعه دقیق ویژگی ها، مزایا و معایب هر روش و تطبیق آن با شرایط، امکانات و منابع موجود در ایران می باشد.

ضرورت انجام پژوهش

مواد زائد پزشکی حاصل از فعالیت های بهداشتی، درمانی بوده و در زمره مواد زائد خطرناک هستند که توسط بیمارستان ها، درمانگاهها، کلینیک ها و مراکز درمانی و بهداشتی، مراکز تحقیقات پزشکی و دارویی تولید می شوند. مواد زائد حاصل از اتاق

های عمل، کیسه های خون، بطری های پلاستیکی و شیشه ای، سرنگ ها و سرسوزنها، دستکش های جراحی، خون و فراورده های خونی و داروها از جمله موادی هستند که در ترکیب مواد زائد بیمارستانی و مراکز بهداشتی به چشم می خورند.

این مواد از نظر ماهیت بسیار ناهمگن بوده و اغلب عفونی می باشند. مواد زائد پزشکی در بیمارستان ها به علت داشتن انواع گوناگون از میکروارگانیسم ها مانند باکتری های استافیلوکوک و استرپتوکوک، باسیل سل و کزاز، ویروس هپاتیت B و C و ویروس ایدز و بسیاری دیگر از میکروبهای بیماری زا، از نقطه نظر بهداشتی بسیار حائز اهمیت هستند. طبق تحقیقات به عمل آمده در دانشگاه ویرجینیا در امریکا، مشخص گردید که اگر چه تعداد میکروب های موجود در زباله های شهری بیشتر از مواد زائد بیمارستانی است، اما در داخل مواد زائد بیمارستانی، انواع زیادتری از باکتری ها و ویروس های خطرناک یافت می شوند. عوامل بیماری هایی مانند فلج اطفال، بیماری های دهان، بیماری های پاراتیفوئید، بیماری های روده ای، کزاز، سیاه زخم و انواع عوامل بیماری زای انگلی از شانس بیشتری در زنده ماندن در مواد زائد بیمارستانی برخوردارند. ویروس پولیو (عامل بیماری فلج اطفال) قادر است تا ۱۸۰ روز در مواد زائد زنده بماند. در یک مطالعه اپیدمیولوژیک بر روی کارکنان یک بیمارستان آموزشی که توسط «کوری» و همکارانش صورت گرفت، مشاهده شد آسیب دیدگی برخی از کارکنان با اشیاء نوک تیز، سوزن ها و وسایل برنده، منجر به هپاتیت B و C و انتقال ویروس ایدز شده است. (حسنوند، نبی زاده و حیدری، ۱۳۸۸).

تعریف واژگان

قانون مدیریت پسماندها: منظور قانون مدیریت پسماندها مصوب ۱۳۸۳ می باشد.

پسماند های پزشکی: به کلیه پسماند های عفونی و زیان آور ناشی از بیمارستان ها، مراکز بهداشتی درمانی، آزمایشگاه های تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از

زباله سوزی: سوزاندن کنترل شده پسماند های قابل احتراق جامد، مایع یا گاز به منظور تولید گاز و باقیمانده هایی که حاوی مقادیر اندک یا عاری از مواد قابل احتراق هستند.

مدیریت پسماند: تمامی فعالیت های اجرایی و بهره برداری دخیل در جابجایی، انتقال، تصفیه، آمایش، ذخیره و دفع زباله (شامل حمل و نقل).

اتوکلاو: وسیله ای برای استریل کردن ابزار پزشکی و آزمایشگاهی در فشار و دمای بالا و با استفاده از بخار آب است.

روش انجام تحقیق

در این تحقیق مقالات متعددی که در جهان در خصوص مواد زائد منتشر شده مورد بررسی قرار گرفت. همچنین اصول مدیریتی این مواد از دیدگاه WH.EPA و دیگر سازمان های جهانی بیان گردید. مطالعات مختلفی توسط محققین مختلف و نگارنده مقاله در تهران و دیگر شهرهای بزرگ انجام گرفته که نتایج آن در این تحقیق بیان گردیده است.

زباله سوزی (توضیح کلی فرآیند)

فرآیندی است که طی آن پسماند های پزشکی می سوزند و گاز های احتراقی و باقیمانده غیر قابل احتراق (خاکستر) تولید می کنند. گاز های حاصل از احتراق تولیدی مستقیماً پیش یا پس از تصفیه توسط تجهیزات کنترل آلودگی هوا به هوای آزاد تهویه می شوند. خاکستر غیر قابل احتراق باقیمانده از زباله سوز جمع شده و در محل دفن دفع می گردد. زباله سوزی تا حد بسیار زیادی وزن و حجم پسماند های جامد را کاسته و تعداد میکرو ارگانیسم های موجود در زباله را می کاهد و معیار های نابودی تعریف شده در MWTا را تأمین می کند (Pruss, Giroult, Rushbrook, ۱۹۹۹).

پارامتر های زباله سوز

پارامتر های متعددی بر بازده زباله سوزی کلیه پسماند های آلی تأثیر دارد که شامل دما، سطح فشار منفی، میزان اکسیژن، خصوصیات زباله و نرخ ورود زباله می باشد. دما و افت فشار به عنوان شاخصی از عملکرد زباله سوز به صورت معمول در بسیاری از زباله سوزهای بیمارستانی پایش می شوند. پارامتر های دیگری از قبیل میزان منواکسید کربن و کدورت و تیرگی گاز های منتشر شده نیز باید به منظور تأمین اطلاعات اضافی مورد پایش قرار بگیرند تا بهره برداران بتوانند شرایط بهره برداری مناسب را تأمین کنند.

پارامتر های مورد نیاز برای بهره برداری مناسب از تجهیزات کنترل آلودگی هوا نیز باید پایش شوند. پارامتر های بهره برداری مقتضی جهت اسکرابر های خیس عبارت از فشار و افت فشار، نرخ جریان مایع مایع اسکرابر و دما میباشد (Eugene, Cole, Terrence, Pierson, ۱۹۹۸). در مورد فیلتر های فابریک این پارامتر ها شامل افت فشار در pH، اسکرابر طول محفظه و دما می باشد.

خصوصیات زباله

به طور کلی کلیه انواع زباله ها را میتوان با زباله سوزی تصفیه نمود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زباله های پزشکی مختلف بسیار متغیر است. ترکیب و در نتیجه محتوای گرمایی، محتوای رطوبت و چگالی حجمی زباله های بیمارستانی بسیار متغیر است. محتوای گرمایی زباله های بیمارستانی از مقادیر پائینی مانند متغیر می باشد. بدلیل 3400 kJ/kg (8100 Btu/lb) تا مقادیر بالایی مانند 4500 kJ/kg (10700 Btu/lb) وجود احتمال تغییر بسیار در خصوصیات زباله و تأثیر آن بر عملکرد زباله سوز، احجام بالای زباله هایی با محتوای گرمایی یا رطوبت بسیار بالا یا بسیار پائین باید مشخص شوند تا بتوان با توجه به آنها نرخ اعمال زباله را تنظیم کرد (همان).

کلیه انواع زباله های پزشکی را میتوان سوزاند. البته اگر قرار باشد زباله های رادیو اکتیو، خطرناک، عفونی و یا سمی را با استفاده از زباله سوز بسوزانیم، نیاز به کسب اجازه از مراجع قانونی (سازمان محیط زیست و معاونت بهداشت) میباشد.

آلاینده های تولید شده در زباله سوز ها

زباله سوز های پسماند های پزشکی ممکن است مقادیر قابل توجهی از آلاینده ها را به اتمسفر منتشر کنند. این آلاینده ها شامل مواد معلق، فلزات، گاز های اسیدی، اکسید های نیتروژن، مونوکسید نیتروژن، مواد آلی و بسیاری از دیگر مواد موجود در پسماند های پزشکی از قبیل عوامل بیماری زا، سیتو توکسین ها، و مواد تشخیصی رادیواکتیو می باشند (Radian Corporation, ۱۹۹۱).

مواد معلق در نتیجه احتراق ناقص مواد آلی (یعنی دوده) و توسط وجود خاکستر قابل احتراق در اثر آشفستگی در حرکت گاز های احتراقی منتشر می شود. مواد معلق یا بصورت جامد و یا بصورت آئروسول از سیستم خارج شده و حاوی فلزات سنگین، اسید ها و مقادیر ناچیزی مواد آلی می باشند. نرخ های انتشار کنترل نشده بسیار متغیر بوده و به نوع زباله سوز، ترکیب زباله و نحوه بهره برداری از زباله سوز بستگی دارد. وجود ذرات معلق در خروجی زباله سوز در وهله اول تابعی از سرعت گاز در داخل محفظه احتراق حاوی زباله های جامد است. زباله سوز های دارای هوای کنترل شده کمترین آشفستگی و در نتیجه کمترین انتشار ذرات معلق را دارند. در عوض زباله سوز های کوره ای دوار بیشترین آشفستگی و بیشترین انتشار ذرات معلق را دارند (همان).

باقیمانده ها

باقیمانده زباله سوز (خاکستر) پس از هر چرخه زباله سوزی تولید میشود. خاکستری که از چرخه سوزاندن قبلی انباشته شده باید پیش از بارگزاری مجدد زباله جمع آوری گردد. خاکستر را باید پس از مرحله خنک سازی زباله سوز که ممکن است تا ۸ ساعت پس از سوزاندن قبلی به طول بیانجامد، جمع آوری نمود. در مورد سیستم های جمع آوری خودکار، خاکستر به صورت منظم و مرتب بصورت مکانیکی توسط یک پارو و یا نقاله از روی گودال آبی خنک کنندهای که در انتهای مسیر تخلیه خاکستر وجود دارد، جمع آوری میگردد (همان).

اتوکلاو (توضیح کلی فرآیند)

اتوکلاو به همراه بخار، رطوبت، گرما و فشار را جهت غیر فعالسازی میکرو ارگانیسم ها به خدمت می گیرد. از این فرآیند سال های متمادی به منظور استریلزه کردن وسایل پزشکی در بیمارستان ها و تصفیه پسماند های آزمایشگاه ها استفاده شده است، لذا کارایی این فرآیند در استریلزه کردن وسایل و تجهیزات پزشکی به خوبی به اثبات رسیده است. پسماند های پزشکی حاوی اکثر عوامل بیماری زای همراه با وسایل پزشکی هستند. البته غلظت این عوامل بیماری زا در پسماند ها بسیار بیشتر بوده و شبکه پیچیده تری را تشکیل می دهند. این تفاوت ها ضرورت وجود آزمایشی واحد جهت ارزیابی عملکرد اتوکلاو بخاری به عنوان فرآیندی موثر در تصفیه پسماند های پزشکی را ایجاب می کند (Cole, ۱۹۹۷).

کلیه اتوکلاو های بخاری از محفظه ای فلزی ساخته می شوند تا بتوانند میزان فشار و دمای بالایمورد نیاز جهت غیر فعال سازی باکتری ها، قارچ ها، ویروس ها و تخم انگل ها را تامین کنند. اتوکلاو ها در دو گونه اصلی عرضه می شوند: جابجایی ثقلی و اتوکلاو های پیش خلاء. اندازه اتوکلاو ها از مدل های رومیزی طراحی شده جهت نگه داشتن کیسه ای زباله، تا مدل های بزرگ تجاری که می توانند بیش از ۱ تن زباله را در هر چرخه تصفیه نمایند، متغیر است. (همان).

پارامتر های بهره برداری

عواملی که بر بازده یک اتوکلاو بخاری در تصفیه پسماند های پزشکی تاثیر می گذارند آنهایی هستند که در دمای توده، نفوذ بخار در زباله و مدت ادامه تصفیه موثر می باشند. این عوامل عبارتند از :

-دما و فشارها حاصل از اتوکلاو

-میزان زباله

-ترکیب زباله

-میزان نفوذ بخار در زباله

-نحوه بسته بندی زباله جهت تصفیه

- موقعیت زباله در داخل اتو کلاو

مشخصات و موقعیت زباله

زباله هایی که جهت تصفیه با اتوکلاو بخاری نامناسب هستند عبارت از اجزای بدن و لاشه آلوده حیوانات می باشند، زیرا چگالی چنین پسماند هایی از تصفیه مناسب ممانعت به عمل می آورد. زباله های درادیاکتیو، خطرناک و سمی نیز جهت تصفیه با اتوکلاو بخاری مناسب نمی باشند (Eugene, Terrenc, Pierson, ۱۹۹۸).

باقیمانده ها

در تصفیه با اتوکلاو معمولاً مرحله ای به عنوان انهدام در چرخه تصفیه وجود ندارد. زباله های جامد پس از تصفیه همچنان قابل تشخیص باقی می مانند، هرچند که به اندازه کافی تصفیه شده اند و انواع میکرو ارگانیسم ها شامل تخم انگل ها در آنها غیر فعال گردیده اند. شیرابه زباله که ناشی از میعان بخار می باشد را معمولاً می توان مستقیماً به سیستم فاضلاب شهری تخلیه نمود. ممکن است انتشارات بخار ماندی از محفظه تصفیه به همراه بخار خارج شود. می توان یک مرحله آسیاب به انتهای فرآیند تصفیه اضافه نمود که زباله را به صورتی غیر قابل تشخیص تبدیل کرده و حجم آن را کاهش می دهد (همان).

یافته های پژوهش

مواد زائد پزشکی در بیمارستان ها به علت داشتن انواع گوناگون از میکروارگانیسم ها مانند استافیلوکوک ها، استرپتوکوک ها، باسیل سل و کزاز، ویروس هپاتیت (B, C) و ویروس ایدز (HIV) و.... بسیار حائز اهمیت است. کمیت این مواد در تهران در محدوده ۲/۷۱ - ۵/۵ و در جهان ۲ - ۹ کیلوگرم در روز به ازای هر تخت گزارش شده است. مواد زائد پزشکی شامل مواد زائد غیرعفونی، مواد زائد عفونی، مواد زائد خطرناک می باشند. جداسازی، بسته بندی و برچسب گذاری با آرم مخصوص، جمع آوری، حمل و نقل، تصفیه و دفع از مراحل مختلف مدیریت این مواد است.

پسماند های بیمارستانی (به مفهوم عام) در شهر تهران، به ویژه در سال های اخیر به معضلی جدی تبدیل شده و بررسی های بسیاری بر روی روش های پردازش آنها توسط دستگاه های مختلف دولتی صورت پذیرفته است. بر اساس بررسی های انجام شده، جلسات متعدد و نقد کارشناسی طرح های مطرح شده، جمع بندی سازمان، حفاظت محیط زیست به شرح زیر اعلام می گردد (مدبری، ۱۳۹۶).

- گزینه بی خطر سازی یا روش غیر سوز که در این روش، پسماند های بیمارستانی در مبدأ و محل تولید با استفاده از اتوکلاو ضد عفونی شده و بر اساس قانون مدیریت پسماند ها پس از ضد عفونی، به عنوان پسماند خانگی به شهرداری تهران تحویل می گردد.

- گزینه زباله سوز مرکزی که در این روش از طریق سیستم حمل ویژه، پسماند های بیمارستانی جمع آوری و به یک زباله سوز مرکزی دو محفظه ای برای سوزاندن انتقال داده می شود.

دلاورنیا ترکیبی از سیستم میکرو ویو و اتوکلاو را برای امحاء پسماند های بیمارستانی پیشنهاد می کند. وی ویژگی های زیر را برای این سیستم مشترک بر می شمرد (دلاورنیا، ۱۳۹۶)

در مراکز تحقیقاتی و تشخیص طبی بیماری های مسری و ناشناخته و آزمایشگاه های High Risk به منظور استریل و امحاء ۱۰۰٪ ویروس ها، باکتری ها و عفونت های پسماند های حاصله، ایجاب، می کند که از سیستمی توامان (اتوکلاو + مایکروویو) بهره گیری شود، به طوری که ضمن بالا بردن راندمان کار، عملاً زمان را کوتاه و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد.

با توجه به اینکه مواد سینتتیک موجود در زباله های عفونی رسانی خوبی برای گرما نیستند، سیستم اتوکلاو، سطوح، و همزمان سیستم مایکرو ویو، درون آنها را استریل می کند و بدین ترتیب استفاده از خرد کن جهت خرد کردن زباله های عفونی در حین سترون سازی از پروسه حذف می شود.

بخار داغ مورد نیاز سیستم اتوکلاو توسط قسمت مایکرو ویو دستگاه سریعاً تهیه و رطوبت مورد نیاز سیستم مایکرو ویو را پروسه اتوکلاو دستگاه فراهم می آورد. (همان).

بحث و نتیجه گیری

مواد زائد بیمارستانی، شامل مواد عفونی، بیماری زا، سمی و خطرناک است. انسان به عنوان محور اساسی جامعه در معرض مخاطرات حاصل از دفع غیربهداشتی این گروه از مواد قرار دارد. لذا مسؤولین امور شهری ما باید به دانش روز مدیریت مواد زائد بیمارستانی مجهز باشند، زیرا این انتظاری است که جامعه از آنان دارد. با توجه به افزایش روزافزون سطح آگاهی مردم در خصوص مسائل محیط زیست و سلامتی، بهره گیری از مشارکت مردمی می تواند گامی اساسی در حل معضلات بهداشتی جوامع باشد. در مقایسه دو روش اتوکلاو و زباله سوزی می توان گفت که هر یک از دو روش فوق مزایا و معایب خاص خود را دارند. روش زباله سوزی سرمایه اولیه کمتری برای راه اندازی نیاز دارد، ولی به علت مصرف سوخت و سایر هزینه های جانبی، هزینه های جاری آن بیشتر از روش اتوکلاو خواهد بود. البته باید در نظر داشت که هم اکنون تعداد قابل توجهی از بیمارستان های شهری دارای دستگاه زباله سوز هستند که به شرط رفع مشکلات زیست محیطی و تجهیز به دستگاه های کنترل آلودگی هوا، قابلیت بهره برداری دارند. از لحاظ زیست محیطی دستگاه های اتوکلاو مزیت محسوسی نسبت به دستگاه زباله سوز دارند، زیرا با اطمینان قابل قبولی زباله های عفونی را استریل می نمایند. این در حالی است که عملاً در طول سال های استفاده از زباله سوز های بیمارستانی، تجهیزات کنترل آلودگی هوا بدلیل قیمت بالای آن استفاده نشده و به نظر نمی رسد این مشکل در آینده نیز به راحتی قابل رفع باشد. در مجموع به نظر می رسد با توجه به مزایای قابل توجه دستگاه اتوکلاو نسبت به دستگاه زباله سوز از لحاظ زیست محیطی و شرایط ساده تر بهره برداری، روش اتوکلاو برای استفاده در سطح بیمارستان های استان توصیه می شود.

منابع

الف) فارسی

- ۱- محمدیان فضلی، م، نصیری، ج، نبی زاده، ر، مهراسبی، م. (۱۳۹۲). بررسی کمیت و کیفیت و نحوه مدیریت پسماند در بیمارستان های زنجان در سال ۱۳۹۰، مجله سلامت و محیط، شماره ۱- ص ۵۵-۶۴.
- ۲- عمرانی، قاسمعلی و عتابی، فریده و صادقی، مهربان و بنایی قهفرخی، بهمن (۱۳۹۶)، "مقایسه جنبه های فنی، بهداشتی و اقتصادی سه روش دفع مواد زاید بیمارستانی شامل استریلیزاسیون، سوزاندن و دفن بهداشتی در شهرکرد"، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، تابستان ۸۶، شماره ۲.
- ۳- کیوانی، ناصر (۱۳۹۲)، "ضوابط و استانداردهای زیست محیطی"، انتشارات دایره سبز، سازمان حفاظت. محیط زیست، چاپ اول، زمستان ۹۲.
- ۴- حسنونند، م، نبی زاده، ر، حیدری، م. ۱۳۸۸. آنالیز پسماندهای جامد شهری در ایران، فصلنامه سلامت و محیط زیست، شماره ۱، ص ۹-۱۸.
- ۵- آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماند ها، هیأت وزیران، ۱۳۸۴/۰۵/۱۰.
- ۶- دلاورنیا، مهدی (۱۳۸۶)، "مقایسه سیستم های تصفیه پسماند های پزشکی".
- ۷- مدبری، سروش (۱۳۹۶). پسماند های بیمارستانی شهر تهران: زباله سوزی یا بی خطر سازی، سومین همایش ملی مدیریت پسماند.

ب) انگلیسی

- ۱- Farzadkia, M., Moradi, A., Shahmohammadi, M. ۲۰۰۹. Hospital waste management status in Iran: a case study in the teaching hospitals of Iran University of Medical Sciences, Waste Management & Research. Vol., ۴, pp. ۳۸۴-۳۸۹.
- ۲- Bdour, A., et al. Assessment of medical wastes management practice: A case study of the northern part of Jordan. Waste Management, ۲۰۰۷, ۲۷, ۷۴۶-۷۵۹
- ۳- Akum F. An assessment of medical waste management in Bawku Presbyterian hospital of the upper east region of Ghana. Merit Research Journal of Environmental Science and Toxicology. ۲۰۱۴; ۲(۲): ۲۷-۳۸.
- ۴- Ferreira V, Ribau Teixeira M, editors. Assessing the medical waste management practices and associated risk perceptions in Algarve hospitals, Portugal. Proceedings of the ISWA/APESB World Congress; ۲۰۰۹ Oct ۱۲-۱۵; Lisbon, Portugal.
- ۵- Awodele O, Adewoye AA, Oparah AC. Assessment of medical waste management in seven hospitals in Lagos, Nigeria. BMC Public Health. ۲۰۱۶; ۱۶(۱): ۲۶۹.

- ۶- Maamari O, Brandam C, Lteif R, Salameh D. Health Care Waste generation rates and patterns: The case of Lebanon. *Waste Management*. ۲۰۱۵;۴۳:۵۵۰-۵۴.
- ۷- Moreira A, Günther W. Assessment of medical waste management at a primary health-care center in São Paulo, Brazil. *Waste Management*. ۲۰۱۵;۳۳(۱):۱۶۲-۶۷.
- ۸- Al-Khatib, I., Al-Qaroot, S., Ali-Shtayeh, S. ۲۰۰۹. Management of Healthcare Waste in Circumstances of Limited REsources: A Case Study in the Hospitals of Nablus City, Palestine, *Waste Management & Research*. Vol. ۲۷, pp. ۳۰۵-۳۱۲.
- ۹- Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Prüs, A., Rushbrook, Ph., Stringer, R. ۲۰۱۴. Safe management of wastes from healthcare Activities, Second ed. World Health Organization.
- ۱۰- Lee, B.K., Ellenbecker, M.J., Moure-Ersaso, R. ۲۰۰۴. Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes, *Waste Management*. Vol. ۲۴, pp. ۱۴۳-۱۵۱.
- ۱۱- Eugene, C and Cole, Terrence and K, Pierson (۱۹۹۸), "Guidance for Evaluating Medical Waste Treatment Technologies", Research Triangle Institute.
- ۱۲- Pruss, A and Giroult, E and Rushbrook, P (۱۹۹۹), "Safe Management of Wastes from Health-Care Activities, Chapter ۲: Definition and Characterization of Health- Care Waste", World Health Organization, ۱۲-۱۸.
- ۱۳- Eugene, C and Cole, Terrence and K, Pierson (۱۹۹۸), "Guidance for Evaluating Medical Waste Treatment Technologies", Research Triangle Institute.
- ۱۴- Radian Corporation (۱۹۹۱), "Medical Waste Incineration Emission Test Report", Research Triangle Park.
- ۱۵- Cole, E (۱۹۹۷), "Application of Disinfection and Sterilization to Infectious Waste Management", North Carolina Board of Science and Technology.