

مقایسه جنبه‌های فنی، بهداشتی و اقتصادی سه روش دفع مواد زاید بیمارستانی شامل استریلیزاسیون، سوزاندن و دفن بهداشتی در شهرکرد

قاسمعلی عمرانی

استاد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

فریده عتابی

استادیار، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی (عهده دار مکاتبات)

مهربان صادقی

مری، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد

بهمن بنائی قهفرخی

کارشناس ارشد، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ پذیرش: ۸۵/۷/۲۵

تاریخ دریافت: ۸۵/۳/۱۰

چکیده

کنترل مواد زاید جامد به ویژه زباله‌های سمی و خطرناک که بخشی از آن‌ها را زباله‌های بیمارستانی تشکیل می‌دهند، بسیار مهم است. به دلیل وجود بیماری‌های عفونی در بیمارستان‌ها، متنوع بودن و دفع نامطلوب مواد زاید، دارا بودن انواع مختلف باکتری‌ها و ویروس‌ها، درجه آلودگی بالا، تولید بو و فقدان انجام آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی دقیق علمی در بیمارستان‌های شهرکرد، انجام این مطالعه ضرورت دارد. این تحقیق یک پژوهش کاربردی است که برای نخستین بار به مدت ۱۳ ماه با هدف انجام مقایسه جنبه‌های فنی، بهداشتی و اقتصادی سه روش دفع مواد زاید بیمارستانی شامل استریلیزاسیون، سوزاندن و دفن بهداشتی انجام گرفته است تا بتوان روشی مناسب مبتنی بر زیرساخت‌ها و پتانسیل‌های مرتبط و موجود در شهرکرد ارایه نمود. کل زباله‌های تولیدی در چهار بیمارستان شهر روزانه ۱۵۰۰ کیلوگرم و زباله‌های عفونی آن ۴۵ درصد می‌باشد که جمع‌آوری آن به بخش خصوصی واگذار گردیده است. با انجام آنالیز فیزیکی و شیمیایی در ده روز میانی هر فصل، درصد مواد تشکیل دهنده، درصد زباله‌های عفونی و غیر عفونی، چگالی زباله و درجه آلودگی شیرابه زباله‌های بیمارستانی تعیین گردید. در آنالیز شیمیایی با استفاده از لوله‌های گاز یاب و پمپ مخصوص، مقدار گازهای خروجی از دودکش دستگاه زباله سوز اندازه‌گیری و با استانداردهای جهانی مقایسه شد، که بیانگر بالا بودن مقدار این آلاینده‌ها در خروجی دستگاه زباله سوز بود. از نظر اقتصادی، کلیه هزینه‌های مربوط به هر روش به صورت جداگانه محاسبه گردید. در نهایت پس از انجام بررسی‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج، استفاده از روش گندزدایی و استریلیزاسیون مواد زاید بیمارستانی به عنوان بهترین روش دفع زباله‌های بیمارستانی در شهرکرد پیشنهاد گردیده است.

واژه‌های کلیدی: مواد زاید بیمارستانی، سرانه مواد زاید بیمارستانی، زباله عفونی، گندزدایی، استریلیزاسیون

مقدمه

مدیریت مواد زاید جامد در جهان به طور جدی آغاز شده و پیشرفت‌های زیادی نیز در مورد با کنترل تولید، جمع‌آوری و دفع این مواد صورت گرفته است. افزایش بیماری‌های صعب‌العلاج همچون سرطان و ایدز و صدها بیماری دیگر که به آلودگی محیط زیست نسبت داده می‌شوند، از سال ۱۹۷۵ به بعد بسیاری از کشورهای جهان را ناگزیر به تدوین قوانین دقیق و مستحکمی در زمینه مواد زاید نموده است، به طوری که در سال‌های قبل از ۱۹۳۰ در آمریکا روش دفن بهداشتی معمول بود و در سال ۱۹۶۰ ژاپن اولین کشوری

طی سال‌های اخیر، انسان به خوبی دریافته است که از دست دادن محیط زیست مترادف با از بین رفتن حیات بشری بر روی کره زمین می‌باشد. در این راستا یکی از مواردی که به شدت محیط زیست را تهدید می‌کند، مواد زاید جامد ناشی از فعالیت‌های مختلف جوامع انسانی است که در صورت عدم مدیریت اصولی اثرات سوئی بر عناصر اصلی محیط زیست، یعنی هوا، خاک و به ویژه آب خواهد داشت. از چند دهه قبل برنامه‌ریزی در حوزه‌های مختلف

وفوران های ناشی از سوختن آن ها در درازمدت می تواند به سیستم عصبی و تولید مثل آسیب رساند و دفن آن ها نیز باعث آلودگی آب، خاک و هوا می شود (۲).

مقدار متوسط سرانه روزانه مواد زاید بیمارستانی به ازای هر تخت، در جهان ۲ الی ۹ کیلوگرم و در ایران ۰/۵ الی ۲/۷ کیلوگرم برآورد شده است. روش های دفع مواد زاید شامل روش های سوزاندن، دفن بهداشتی، استریلیزاسیون، پرتودهی، کپسوله کردن و خنثی سازی می باشد که انتخاب روش مناسب بستگی به عواملی نظیر قدرت گندزایی، نوع و کمیت مواد زاید، ضوابط و مقررات زیست محیطی، کاهش وزن و حجم مواد زاید، امکان دسترسی به روش مورد نظر، فضای موجود، هزینه های اولیه، نگهداری و بهره برداری دارد و شرایط استاندارد هریک از این روش ها متفاوت است (۵، ۷، ۸، ۹).

بر اساس پژوهش های انجام شده از کل پسماندهای بیمارستانی کشور ۵۸ درصد دفن بهداشتی، ۲۳/۶۵ درصد سوزانده و ۱۸/۳۵ درصد تلتبار می شوند که هیچ یک از این روش ها به دلیل وجود عواقب سوء زیست محیطی و بهداشتی مورد تأیید مجامع علمی ملی و بین المللی نیست (۳). به طور کلی هدف از انجام این پژوهش مقایسه جنبه های فنی، بهداشتی و اقتصادی سه روش دفع مواد زاید بیمارستانی شامل استریلیزاسیون، سوزاندن و دفن بهداشتی در شهرکرد است که جهت بهینه سازی روش های دفع مواد زاید بیمارستانی، و هم چنین بهره گیری سازمان محیط زیست و اداره سلامت و بهداشت محیط کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و هم چنین شهرداری های مناطق تهران و استفاده از نتایج این تحقیق به عنوان الگویی خاص برای شهرهای مشابه کاربرد دارد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی وضعیت روش های دفع زباله های بیمارستانی در بیمارستان های شهرکرد و پیشنهاد راهکار مناسب، در این تحقیق کاربردی با کسب اطلاعات مورد نیاز، تهیه پرسشنامه و انجام آنالیز فیزیکی و شیمیایی زباله های بیمارستانی، نتایج به دست آمده مورد تحلیل

بود که کنترل مواد زاید خطرناک را آغاز کرد و در سال ۱۹۷۶ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا اداره مدیریت مواد زاید جامد را تأمین و در سال ۱۹۸۰ قانون حفاظت بازیافت از مبدأ را وضع نمود (۵).

مواد زاید پزشکی حاصل از فعالیت های بهداشتی درمانی بوده و در زمره مواد زاید خطرناک هستند که در بیمارستان ها، درمانگاه ها، کلینیک ها و مراکز تحقیقات و دارویی تولید می شوند و بخش مهمی از مواد زاید جامد شهری هر جامعه ای را تشکیل می دهند که به علت دارا بودن انواع گوناگون میکروارگانسیم ها مانند باکتری های استافیلوکوک، باسیل سل، کزاز، ویروس هپاتیت و ایدز از نظر بهداشتی بسیار حایز اهمیت هستند و به دو دسته پسماندهای شبه خانگی و پسماندهای خطرناک تقسیم می شوند. پسماندهای شبه خانگی ۷۵ الی ۹۰ درصد و پسماندهای خطرناک ۱۰ الی ۲۵ درصد زباله های تولید شده را تشکیل می دهند (۱ و ۶).

زباله های خطرناک در بخش هایی نظیر اتاق عمل، جراحی، رادیولوژی و غیره تولید می شوند و می توان این زباله ها را در گروه زباله های عفونی، زباله های پاتولوژیک، زباله های دارویی، زباله های سمی، زباله های شیمیایی و زباله های رادیواکتیو طبقه بندی نمود که از نظر بهداشتی و زیست محیطی، اقتصادی و طراحی سیستم جامع و کامل برای جمع آوری و دفع نهایی زباله های بیمارستانی بسیار مهم می باشد. بنابراین مدیریت مواد زاید پزشکی شامل مراحل جداسازی، بسته بندی و برچسب گذاری، جمع آوری، حمل و نقل، تصفیه و دفع بوده و تنها راه دستیابی به مدیریت کارآمد، شناخت خصوصیات کمی و کیفی مواد زاید بیمارستانی و مراحل ذکر شده می باشد. شیرابه حاصل از زباله یکی از منابع آلوده کننده آب های سطحی و زیر زمینی است که درجه آلودگی آن چندین برابر درجه آلودگی فاضلاب خانگی است و حد مجاز تخلیه شیرابه از نظر BOD به آب های سطحی، زیر زمینی و آب های کشاورزی به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و COD نیز به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر می باشد (۴). علاوه بر خطرناک بودن عوامل عفونی این گونه از زباله ها، قرار گرفتن در معرض گازهای سمی دی اکسین

قرار گرفته است. در انجام آنالیز شیمیایی که به صورت تصادفی در سه روز از هر فصل انجام گرفت، با استفاده از لوله های گاز یاب و پمپ مخصوص، مقدار گازهای خروجی از دودکش زباله سوز اندازه گیری شد. این گازها شامل منوکسید کربن، دی اکسید گوگرد، اکسیژن و کلر بود، که نشان دهنده وجود هیدروکربن های نسوخته و ترکیبات دی اکسین در گاز خروجی از دودکش زباله سوز است. اندازه گیری COD شیرابه زباله مطابق باروش استاندارد (تیتراسیون و تقطیر برگشتی) انجام گرفت که برای هر سری آزمایش، بالنی به عنوان شاهد انتخاب گردید و به جای نمونه ۲۰ سی سی آب مقطر درون بالن ریخته شد. سپس ۱۰ میلی لیتر محلول استاندارد بیکرومات پتاسیم در یک ارلن مایر ۲۵۰ سی سی ریخته و آب مقطر به آن اضافه شد تا حجم آن به ۱۰۰ سی سی برسد. سپس ۳۰ میلی لیتر اسید سولفوریک به آن افزوده شد و محلول سرد و با محلول سولفات مضاعف تیترا گردید. در بالن ۰/۴ گرم از سولفات جامد ریخته شد و با پیپت ۲۰ میلی لیتر از نمونه مورد آزمایش قرار گرفت و محلول رقیق شده آن در آب مقطر، وارد بالن گردید و با دقت تمام توسط پیپت ۱۰ میلی لیتر استاندارد، بیکرومات پتاسیم به بالن اضافه شد. هم چنین ۳۰ میلی لیتر اسید سولفوریک مخصوص به بالن افزوده و در آن چند دانه شیشه مرواریدی ریخته شد و بالن به برد قائم وصل گردید. سپس به مدت ۲ ساعت جوشانیده شد و پس از خنک شدن، با افزودن سه قطره از معرف فریبون به بالن، با محلول سولفات مضاعف آلومینیوم و اسید تیتراگردید (۱۰). کلیه هزینه ها از نظر فنی با توجه به حجم تولیدی زباله ها در روز، حجم خاکبرداری و اندازه دستگاه ها محاسبه گردید. از نظر اقتصادی نیز اطلاعات مربوط به کلیه هزینه ها از طریق مصاحبه، کسب اطلاعات از پیمانکاران و تهیه پرسشنامه کسب گردید. لازم به ذکر است که در این برآورد، هزینه های اجتماعی در نظر قرار گرفته نشده است.

نتایج

باتوجه به تکمیل نمودن پرسشنامه ها، اطلاعاتی در خصوص وضعیت موجود بیمارستان های مورد مطالعه به دست آمد

قرار گرفته است. کل زباله های تولیدی در روز، سرانه مواد زاید بیمارستانی در روز و درصد اجزای زباله ها با استفاده از ترازوی seca توزین و مشخص گردید. و جهت تعیین درجه آلودگی شیرابه زباله از روش استاندارد متد استفاده گردید. هم چنین جهت تعیین گازهای آلاینده خروجی از دودکش دستگاه زباله سوز از پمپ گاز یاب

جهت انجام آنالیز فیزیکی از نمونه های ۵۰ کیلوگرمی مواد زاید و جهت نمونه گیری شیرابه زباله از ظرف های یک لیتری و برای انجام آنالیز شیمیایی از پمپ و لوله های گاز یاب استفاده شده است. نمونه شیرابه زباله از ایستگاه موقت و کامیون جمع آوری کننده زباله های بیمارستانی طی ۴ مرحله زمانی تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. به منظور نمونه برداری از گازهای خروجی از دودکش، از پمپ و لوله های گاز یاب مدرج بر حسب پی پی ام استفاده گردید و مقدار گازهای خروجی از دودکش دستگاه زباله سوز اندازه گیری شد. جهت تعیین اجزای زباله در هر فصل یک نمونه به وزن ۵۰ کیلوگرم تهیه و اجزای آن مشخص گردید. برای تعیین سرانه زباله به ازای هر تخت، درده روز ماه میانی هر فصل، زباله های کلیه بخش ها به تفکیک زباله های شبه خانگی و زباله های عفونی توزین و آنالیز گردید. نمونه گیری به صورت غیر احتمالی در ماه میانی هر فصل انجام گرفت. برای این منظور روز قبل به تعداد سطل های زباله موجود در بخش ها، کیسه زباله در دو رنگ مختلف یکی برای زباله های عفونی و دیگری برای سایر زباله های بیمارستانی (شبه خانگی) توزیع گردید. در هر فصل، با توزین زباله کلیه بخش ها به تفکیک زباله های شبه خانگی و زباله های عفونی، سرانه زباله های بیمارستانی به ازای هر تخت محاسبه گردید (۵).

سپس با توجه به نسبت وزنی زباله هر بخش و تعداد بخش ها، اجزای نمونه از قبیل پلاستیک، کاغذ، شیشه، فلزات و مواد تیز و برنده و غیره، جداسازی و توزین شد و درصد هر کدام مشخص گردید. کلیه زباله های منتقل شده از بخش ها، با نظارت کامل و با استفاده از ترازوی Seca و توزین شد، و با کم یا اضافه نمودن ۰/۵ تا ۱ کیلوگرم به کل زباله های توزین شده، انحراف یا خطای اندازه گیری ها پوشش

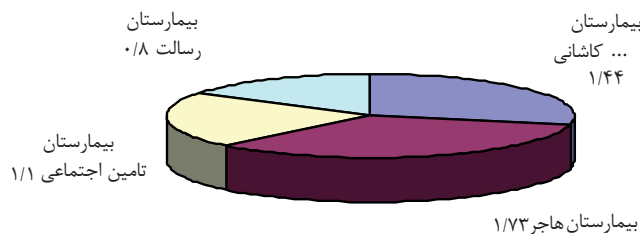
جدول ۱- اطلاعات عمومی بیمارستان های شهر شهرکرد

نام بیمارستان	نوع مالکیت بیمارستان	تعداد بخش‌ها	تعداد کارکنان	تعداد تخت‌های فعال	تعداد افراد فعال در امر جمع‌آوری زباله
آیت الله کاشانی	دولتی	۹	۵۱۰	۲۰۸	۲۴
هاجر (س)	دولتی	۱۸	۶۳۰	۳۴۵	۳۷
رسالت (چشم‌پزشکی)	دولتی	۱	۹۰	۳۸	۸
تأمین اجتماعی	دولتی	۱۰	۲۲۰	۱۹۲	۱۵

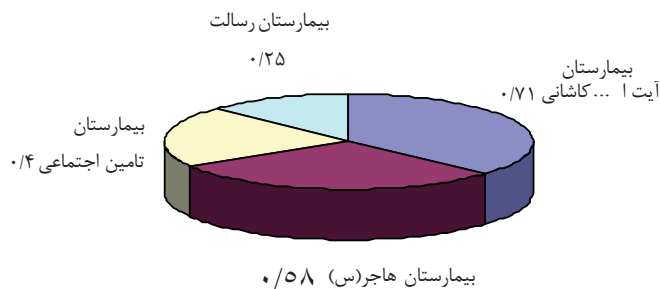
جدول ۲- اطلاعات کلی درمورد جمع‌آوری، نگهداری و دفع زباله‌های بیمارستانی شهر شهرکرد در سال ۱۳۸۴ - ۱۳۸۳

بیمارستان	بیمارستان آیت‌الله کاشانی	بیمارستان هاجر(س)	بیمارستان رسالت	بیمارستان تأمین اجتماعی
تفکیک زباله در بخش‌ها	در کیسه و سطل با رنگ‌های مجزا	در کیسه و سطل با رنگ‌های مجزا	در کیسه و سطل با رنگ‌های مجزا	در کیسه و سطل با رنگ‌های مجزا
تناوب جمع‌آوری زباله از بخش‌ها	پایان هر شیفت دارد	پایان هر شیفت دارد	پایان هر شیفت ندارد	پایان هر شیفت دارد
جایگاه موقت	از جنس مصالح مقاوم	از جنس مصالح مقاوم	ندارد	از جنس مصالح مقاوم
ساختمان جایگاه موقت	مجهز به شیر آب و مجرای فاضلاب رو	مجهز به شیر آب و مجرای فاضلاب رو	ندارد	مجهز به شیر آب و مجرای فاضلاب رو و فن
امکانات جایگاه موقت	کمتر از ۲۴ ساعت	کمتر از ۲۴ ساعت	ندارد	کمتر از ۲۴ ساعت
مدت زمان ماند زباله‌ها در جایگاه موقت	بیشتر از ۱۰۰ متر	بیشتر از ۱۰۰ متر	ندارد	بیش از ۱۰۰ متر
فاصله جایگاه موقت تا اولین بخش	به صورت مجزا	به صورت مجزا	به صورت مجزا	به صورت مجزا
روش حمل و نقل زباله‌های عفونی و غیر عفونی از جایگاه موقت به محل دفع نهایی	وانت سر پوشیده	وانت سر پوشیده	وانت سر پوشیده	وانت سر پوشیده
نوع ماشین زباله‌کش	ندارد	ندارد	دارد	دارد
دستگاه زباله‌سوز	آموزش پرسنل بیمارستان در رابطه با مواد زاید	آموزش داده شده	آموزش داده شده	آموزش داده شده
آموزش پرسنل بیمارستان در رابطه با مواد زاید	دفن به صورت مخلوط با زباله‌های شهری	دفن به صورت مخلوط با زباله‌های شهری	دفن به صورت مخلوط با زباله‌های شهری	دفن به صورت مخلوط با زباله‌های شهری
روش دفع نهایی زباله‌های شبه خانگی				

که در جداول ۱ و ۲ ارایه شده است. درصد این زباله‌ها عفونی بوده و متوسط زباله تولیدی برای بیمارستان‌های مورد مطالعه $1/8 \text{ kg/Bed.day}$ می‌باشد (نمودارهای ۱ و ۲). در چهار بیمارستان مورد مطالعه تولید می‌شود که حدود ۴۵



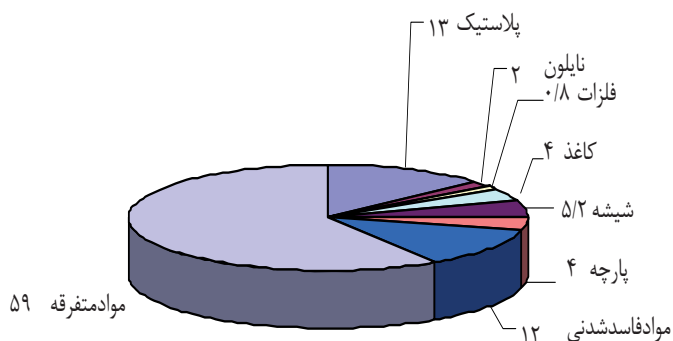
نمودار ۱- زباله‌های شبه خانگی در بیمارستان های شهرکرد (kg/bed.day) در سال ۸۴-۱۳۸۳



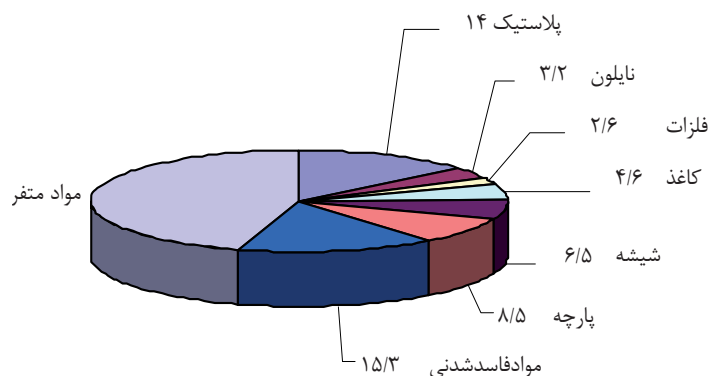
نمودار ۲- زباله های عفونی در بیمارستان های شهرکرد (kg/bed.day) در سال ۸۴-۱۳۸۳

در ۵۰ کیلوگرم زباله) می باشد. در نمودارهای ۳ تا ۵ توزیع فراوانی اجزای تشکیل دهنده مواد زاید بیمارستانی در سه بیمارستان از چهار بیمارستان مورد مطالعه نشان داده شده است. و در جدول ۳ مقدار اجزای زباله های عفونی به تفکیک زباله های نوک تیز، زباله های دارویی، زباله های رادیواکتیو و زباله های پاتولوژیک و همچنین در جدول ۴ درجه آلودگی شیرابه زباله های بیمارستانی برحسب BOD و COD ارایه گردیده است.

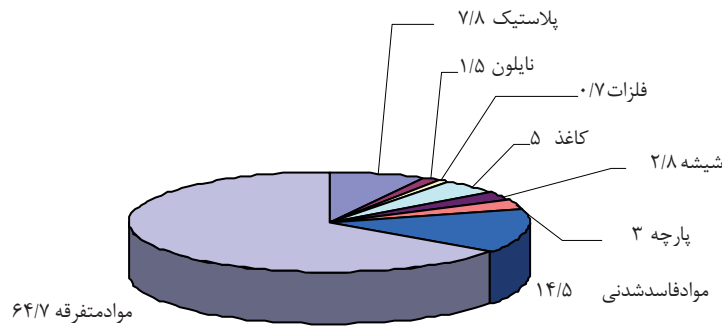
طبق نتایج آنالیز فیزیکی، بیشترین مقدار تولید زباله در بیمارستان هاجر به میزان ۴۶ درصد (۱۳۱۱۵ کیلوگرم) و کمترین مقدار آن در بیمارستان رسالت و به میزان ۴/۳ درصد (۱۲۱۵ کیلوگرم) بوده است. همچنین مقدار متوسط اجزای زباله های توزین شده طی ۴ مرحله نمونه برداری از زباله های بیمارستان های شهرکرد عبارت از پلاستیک ۵/۸ کیلوگرم، نایلون ۱/۱ کیلوگرم، فلزات ۰/۷ کیلوگرم، کاغذ ۲/۳ کیلوگرم، شیشه ۲/۲ کیلوگرم، پارچه ۲/۴ کیلوگرم، مواد فاسد شدنی ۷ کیلوگرم، انواع مواد متفرقه ۲۸/۵ کیلوگرم



نمودار ۳- درصد فراوانی نسبی اجزای تشکیل دهنده مواد زاید تولیدی در بیمارستان آیت الله کاشانی در سال ۸۴ - ۱۳۸۳



نمودار ۴- درصد فراوانی نسبی اجزای تشکیل دهنده مواد زاید تولیدی در بیمارستان هاجر (س) در سال ۸۴ - ۱۳۸۳



نمودار ۵- درصد فراوانی نسبی اجزای تشکیل دهنده مواد زاید تولیدی در بیمارستان تامین اجتماعی

جدول ۳- مقدار انواع زباله‌های عفونی تولیدی در بیمارستان های شهرکرد

بیمارستان	نوع زباله	زباله‌های نوک تیز (kg/day)	زباله‌های دارویی (kg/day)	زباله‌های رادیواکتیو (kg/day)	زباله‌های پاتولوژیک (kg/day)
آیت الله کاشانی		۰/۴	۰/۱	۰/۱	۱
هاجر(س)		۰/۳	۰/۱	۰/۱	۱/۳
تامین اجتماعی		۰/۳	۰/۱	۰/۱	-
رسالت		۰/۱	۰/۰۸	-	-

در جداول ۵ و ۶ نتایج بررسی چند پارامتر فنی - مهندسی، بهداشتی و زیست محیطی و اقتصادی مکان دفن زباله‌های بیمارستانی شهرکرد ارائه گردیده است.

جدول ۴- نتایج بررسی دو پارامتر BOD و COD شیرابه مربوط به مرکز دفن زباله شهرکرد در سال ۸۴ - ۱۳۸۳

پارامتر	BOD (mg/lit)	COD (mg/lit)
مرحله اول (پاییز)	۲۳۰۰۰	۳۵۰۰۰
مرحله دوم (زمستان)	۲۳۷۰۰	۳۵۰۰۰
مرحله سوم (بهار)	۱۶۲۰۰	۲۷۰۰۰
مرحله چهارم (تابستان)	۲۴۷۰۰	۳۵۵۰۰

جدول ۵- نتایج بررسی پارامترهای فنی - مهندسی و بهداشتی مکان دفن زباله شهرکرد

پارامتر بهداشتی	پراکندگی زباله در کنار جاده، مجاورت با مسیر سیلاب، جاری شدن شیرابه زباله، تولید گازوبوی نامطبوع، خطر آلودگی منابع آب، خاک و هوا، خطر آتش سوزی در محل، دور بودن از مناطق مسکونی و تجاری
پارامتر فنی مهندسی	امکان دسترسی به مکان دفن در همه فصول سال، شرایط ژئوفیزیکی (مساحت محل دفن) خصوصیات جغرافیایی و هیدرولوژیکی مناسب است ولی از نظر خصوصیات جغرافیایی و هیدرولوژیکی، طراحی مکان دفن، پایش محل دفن و ایزولاسیون آن، پوشش روزانه و نهایی ترانشه‌ها نامناسب است

جدول ۶- هزینه‌های مکان دفن جهت زباله‌های بیمارستانی (هزینه‌های اولیه و عملیاتی

عنوان هزینه‌ها	(ریال)
آماده سازی مکان دفن	۷۰/۰۰۰/۰۰۰
حفاری یا گود برداری	۶۰۰/۰۰۰/۰۰۰
هزینه پرسنل	۱/۰۸۰/۰۰۰/۰۰۰
نگهداری و تعمیر وسایل	۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰
فراهم نمودن خاک و آهک	۱۹۰/۰۰۰/۰۰۰
متفرقه	۱۴۰/۰۰۰/۰۰۰
مهندسی و اجرا	۱۴۰/۰۰۰/۰۰۰
هزینه خرید زمین	۱۰/۰۰۸/۰۰۰
پایش	۳۶/۰۰۰/۰۰۰
هزینه حمل و نقل	۱۲۰/۰۰۰/۰۰۰
هزینه تاسیسات	۴۰۰/۰۰۰/۰۰۰
جمع کل	۲/۹۳۶/۰۰۸/۰۰۰

همچنین در جداول ۷، ۸، ۹ و ۱۰ نتایج بررسی چند پارامتر فنی-مهندسی، بهداشتی و زیست محیطی و اقتصادی می گردد.

روش سوزاندن با دستگاه زباله سوز و مقدار آلاینده های

جدول ۷- نتایج بررسی پارامترهای فنی مهندسی و بهداشتی دستگاه زباله سوز

وضعیت	پارامتر
وجود دارد	تولید گازهای سمی و خطرناک و دود و ذرات خاکستر پراکنده در جو (دی اکسید هائوفورانها)
وجود دارد	خطر آلودگی منابع آب و خاک
وجود دارد	اثر زیست محیطی و خطر سرطان زایی روی بدن انسان (کاهش وزن، ضعف سیستم ایمنی و اثرات پوستی)
وجود دارد	عدم از بین بردن مواد شیمیایی و دارویی مقاوم به حرارت
وجود دارد	مجاورت با مناطق مسکونی
نا مناسب	محل نصب دستگاه زباله سوز نسبت به مناطق مسکونی
مناسب	کاهش حجم و وزن مواد زاید
نا مناسب	حضور اپراتور آموزش دیده
مناسب	محصور بودن اتاقک دستگاه زباله سوز
نا مناسب	نصب فیلتر تصفیه جهت گازهای خروجی

جدول ۸- بر آورد هزینه های سرمایه گذاری اولیه مورد نیاز جهت استفاده از دستگاه زباله سوز

عنوان هزینه ها	(ریال)
۲ نفر کارگر در یک نوبت	۷۲/۰۰۰/۰۰۰
تعمیر و نگهداری (۳ بار در سال)	۳۵/۰۰۰/۰۰۰
هزینه آب مصرفی	۳/۰۰۰/۰۰۰
هزینه برق مصرفی	۱۱/۶۰۰/۰۰۰
هزینه سوخت مصرفی	۱۱/۶۰۰/۰۰۰
هزینه دفع خاکستر	۵/۷۶۰/۰۰۰
حمل و نقل و ...	۵۰/۰۰۰/۰۰۰
جمع کل	۱۹۸/۳۶۰/۰۰۰

عنوان هزینه ها	(ریال)
زمین مورد نیاز	۴۰۰/۰۰۰/۰۰۰
قیمت دستگاه	۲۴۰/۰۰۰/۰۰۰

جدول ۱۰- مقدار آلاینده های خروجی از دستگاه زباله سوز

نوع گاز	CO	SO ₂	Cl ₂	NO ₂	CO ₂
غلظت (ppm)	۵۰	۲	۱/۵	۵	۴۰۰

در جداول ۱۱ و ۱۲ نیز نتایج بررسی چند پارامتر فنی-مهندسی، بهداشتی و زیست محیطی و اقتصادی روش استفاده مشترک از اتوکلاو و پرتو دهی ارابه گردیده است.

جدول ۱۱- بررسی پارامترهای فنی-مهندسی و بهداشتی روش استفاده مشترک از اتوکلاو و پرتو دهی

۱	تشدید اثر میکروب کشی توسط یکدیگر (باکتری ها و حتی ویروس ها و اسپورباکتری ها)
۲	سرعت و رانندمان گندزدایی بالا در واحد زمان (۲۰۰ تا ۶۰۰ لیتر در ساعت)
۳	عدم نیاز به خرد کردن مواد زاید جامد
۴	کوتاه بودن مدت زمان مورد نیاز برای هر سیکل کاری (بین ۱۰ تا ۳۰ دقیقه)
۵	عدم نیاز به ذخیره سازی و انبار کردن مواد زاید (استریلیزاسیون مستقیم)
۶	انطباق شرایط ساختاری و عملکردی دستگاه با ضوابط و مقررات زیست محیطی
۷	حفظ قابلیت بازیافت مواد مفید موجود در زباله (آلیاژهای فلزی و پلاستیک های نوع PVC و لاتکس)
۸	کاهش هزینه ها و بهبود رانندمان مالی اقتصادی کار
۹	نصب و بهره برداری آسان و مطمئن و عدم نیاز به برخورداری از تخصص خاصی برای اپراتور
۱۰	ایمنی بالای دستگاه به علت بسته بودن درب آن در تمام طول مدت کار، عدم نشت بخار داغ و تشعشع امواج
۱۱	کنترل آسان مراحل انجام کار به علت مجهز بودن دستگاه به سیستم کامپیوتری و مانومتر جهت اندازه گیری فشار و دما
۱۲	اندازه و حجم مناسب دستگاه (حداقل یک متر مکعب) و امکان اتصال نمودن دستگاه ها به صورت سری به یکدیگر با توجه به مقدار و حجم زباله
۱۳	امکان جا به جا کردن دستگاه و انتقال آن به بخش های مختلف
۱۴	عدم تولید بو و سروصدا
۱۵	دفع ایمن مواد زاید استریل شده به همراه مواد زاید خانگی و عدم نیاز به روش دفع جداگانه
۱۶	عدم نیاز به افزودن مواد شیمیایی

جدول ۶- هزینه‌های مکان دفن جهت زباله‌های بیمارستانی (هزینه‌های اولیه و عملیاتی)

عنوان هزینه‌ها	(ریال)
سرمایه گذاری اولیه دستگاه	۸۰۰/۰۰۰/۰۰۰
تعمیر و نگهداری (درسال)	۲۵/۰۰۰/۰۰۰
آب مصرفی (درسال)	۱/۰۰۰/۰۰۰
برق مصرفی (درسال)	۵/۰۰۰/۰۰۰
بازیافت مواد اولیه (درسال)	۱۳/۰۰۰/۰۰۰
اپراتور (درسال)	۳۶/۰۰۰/۰۰۰
جمع کل	۸۸۰/۰۰۰/۰۰۰

بحث و نتیجه گیری و پیشنهادات

در روش دفن، از نظر بهداشتی چگالی زباله‌های بیمارستانی 3 kg/m^3 و مقادیر BOD و COD به ترتیب $21/900$ و $33/125$ میلی گرم برلیتر است که تصفیه و پالایش آن قبل از تخلیه به محیط ضروری می‌باشد. همچنین به دلیل نزدیکی مکان دفن به منابع آب، احتمال آلودگی آب وجود داشته و باعث تجمع حشرات و حیوانات در منطقه و تولید گازهای گلخانه ای و بو و پراکندگی اشیای سبک در منطقه خواهد شد. از نظر فنی، مساحت و حجم مورد نیاز مکان دفن برای زباله‌های بیمارستانی به ترتیب 2 m^2 و 3 m^3 می‌باشد که باید طول و عرض و عمق ترانشه‌ها به ترتیب $4 \times 10 \times 1$ انتخاب گردد. از نظر اقتصادی نیز هزینه ای معادل با $293,680,000,000$ ریال مورد نیاز است. در روش سوزاندن، از نظر بهداشتی تولید گازهای سمی و خطرناک، آلودگی آب و خاک و هوا و اثرات زیست محیطی وجود دارد و مقدار گازهای خروجی از دستگاه زباله سوز بیش از حد استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و اتحادیه اروپا و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا است. از نظر فنی، دستگاه زباله سوزی به ابعاد $1 \times 1/5 \times 3$ متر و ظرفیت 150 kg/h و مجهز به فیلتر تصفیه مورد نیاز است، اما به دلیل تولید گازهای سمی و خطرناک، مجاورت با مناطق مسکونی و آلودگی آب، خاک و هوا، مؤثر نبودن بر مواد زاید شیمیایی و دارویی، نامناسب است. از نظر اقتصادی، هزینه

های این روش $293/680/000/000$ ریال می‌باشد. در زمینه استریلیزاسیون چندین روش از جمله اتوکلاو، هیدروکلارو، سی جی ام پی، پرتو دهی و روش مشترک مورد بررسی قرار گرفت. جهت بهبود دفع زباله‌ها و کاهش هزینه‌های مربوطه، به کارگیری همزمان چند روش با یکدیگر بسیار مناسب است. از نظر بهداشتی ویژگی‌های ساختاری آن با ضوابط و مقررات زیست محیطی منطبق بوده و تولید بو و سرو صدا نمی‌کند، دفع ایمن مواد زاید استریل شده به همراه مواد زاید خانگی، عدم نیاز به افزودن مواد شیمیایی، از بین بردن آلودگی در منبع تولید از مزایای این روش است. از نظر فنی اندازه و حجم و ابعاد آن قابل تغییر است و نصب و بهره برداری از آن آسان است. برای دفع زباله‌های بیمارستانی شهرکرد دستگاهی به ابعاد $110 \times 85 \times 120$ سانتی متر مناسب می‌باشد که به سهولت در بین بخش‌ها قابل جا به جایی بوده و در کشور موجود و در دسترس است از نظر اقتصادی نیز هزینه تهیه هر دستگاه $800,000,000$ ریال و هزینه بهره برداری سالانه آن $80,000,000$ ریال می‌باشد. با توجه به اثرات بهداشتی و زیست محیطی، فنی و بهداشتی و اقتصادی روش‌های دفن بهداشتی و سوزاندن مواد زاید بیمارستانی می‌توان نتیجه گرفت که این روش‌ها، مناسب نبوده و باید از روش‌های مدرن تری نظیر استریلیزاسیون باتوجه به شرایط خاص منطقه مورد نظر استفاده نمود.

باتوجه به نتایج تحقیق موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ۱- با توجه به امکانات موجود در منطقه و اثرات زیست محیطی و مقایسه هزینه‌های اقتصادی و جنبه‌های فنی، استفاده از روش‌های مدرن دفع مواد زاید بیمارستانی نظیر روش‌های استریلیزاسیون، پرتو دهی، هیدروکلارو و اتوکلاو نمودن زباله‌های بیمارستانی پیشنهاد می‌گردد.
- ۲- پیشنهاد می‌شود قبل از انتخاب روش دفع زباله‌های بیمارستانی و به کارگیری وجوه سرمایه، آنالیز کمی ترکیب زباله و تعیین روند تفکیک بیشتر در مبدأ جهت تقویت توجیه فنی و اقتصادی انجام گیرد.
- ۳- سیاست‌های مربوط به بهداشت محیط و محیط زیست و استفاده از کاترهای آغشته به مواد ضد عفونی کننده و انجام مطالعات اپیدمیولوژیکی برای تعیین میزان خطر

6. Pruss, Ant et al., 1999, «Safe Management of Wastes from Health - Care Activites Publisher», World Health Organization.
7. Daschner, A., et al., 2000, «Practical Guid for Optimizing the Disposal of Hospital Wastes».
8. Joej. Myhew, & Timothy G. Shea, 1983, «A Comparative Assessment of Incinerators Versus Landfills for Hazardous Waste Management», proceeding of the 38th Industrial Waste Conference.
9. WWW.EPA. org/ Infections waste in hospital, 2006.
10. WHO, «Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water», 20th Edition.

افرادى که در این حرفه قرار دارند، اعمال گردد.

۴- برگزار نمودن جلسات آموزشی برای کارکنان و افرادی که در امر جمع‌آوری زباله فعالیت می‌کنند و مجهز شدن مدیران بیمارستان‌ها و مسئولین امور شهری به دانش روز مدیریت مواد زاید بیمارستانی و برگزار نمودن سمینارهای تخصصی در خصوص مواد زاید بیمارستانی، مورد توجه خاص قرار گیرد.

۵- ضروریست برای بیمارستان‌های شهرکرد، تیم مدیریت زباله تشکیل و در اجرای قوانین و بهینه‌سازی سیستم‌ها اقدامات لازم را انجام دهند. همچنین واگذاری تسهیلات مالی جهت دفع اصولی و مهندسی ضایعات و پسماندهای ویژه بیمارستانی مورد نظر قرار گرفته و حمایت از شرکت‌های سازنده صنایع داخلی به ویژه دستگاه‌های تصفیه و دفع مواد زاید بیمارستانی و ماشین آلات حمایت شود.

منابع

۱. انصاری، ح.، آذر، ف.، و عبادی، ف.، ۱۳۸۲، «گندزدایی و دفع پسماندهای بیمارستانی» انتشارات اشارت
۲. اسدی، ع.، مقدس، ح.، ۱۳۸۴، «دی اکسین در محیط زیست»، مجموعه مقالات هشتمین همایش بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳. نکدستان، ا.، جعفرزاده، ن.، ۱۳۸۴، «مدیریت صحیح کاهش، تصفیه و دفع پسماندهای بیمارستانی»، مجموعه مقالات هشتمین همایش بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴. سازمان بازیافت و تبدیل مواد، «مجموعه مقالات همایش روز زمین پاک و مدیریت پسماندها»، ۱۳۸۴، شهرداری تهران
۵. عمرانی، ق.، ۱۳۷۳، «مواد زاید جامد جلد اول»، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی