

Monitoring, Verification, and Treatment of Infectious Wastes and Their Optimal Management in the Hospitals of Qom City, Iran

Mohammad Fahiminia¹, Elham Taherian^{2*}, Mohammad Khazaei¹,
Narges Paidari Shayesteh², Shahram Arsang Jang¹

¹Research Center for
Environmental Pollutants,
Qom University of Medical
Sciences, Qom, Iran.

²Faculty of Public Health,
Qom University of Medical
Sciences, Qom, Iran.

***Corresponding Author:**
Elham Taherian, Faculty of
Public Health, Qom
University of Medical
Sciences, Qom, Iran.

Email:
taheriane@yahoo.com

Received: 2 Oct, 2015

Accepted: 7 Feb, 2016

Abstract

Background and Objectives: Given that no comprehensive studies have yet been conducted on treatment of infectious wastes in hospitals of Qom City, this research was performed with the purpose of investigating the treatment methods used in these hospitals and monitoring the performance of waste elimination devices.

Methods: Required information was obtained through in-person visit and observing the current situation, and the variables affecting waste treatment were extracted based on the type of treatment systems, and were collected, and accordingly, biological monitoring tests were designed for the studied hospitals. The data were analyzed using Fisher's exact test.

Results: In this study, from 9 active hospitals in Qom Province, only 3 hospitals were equipped with waste treatment system. In hospital A, growth of *Bacillus stearothermophilus* spore were observed in 6.25% of the samples, while no microbial growth was recorded in hospital B. The initial investment to buy the machine in hospital A was about four times than that of hospital B.

Conclusion: The findings of this study showed that treatment device of hospital B is more appropriate compared to the devices of hospital A due to complete destruction of spores, lower cost (for purchase), and maintenance.

Keywords: Health-care waste; Medical waste disposal-organization and administration; Autoclave.

پایش و صحت‌گذاری بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی و مدیریت بهینه آن در بیمارستان‌های شهر قم

محمد فهیمی‌نیا^۱، الهام طاهریان^{۲*}، محمد خزائی^۱، نرگس پایداری شایسته^۲، شهرام ارسنگ^۱

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اینکه تاکنون مطالعات جامعی درخصوص بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی در بیمارستان‌های شهر قم انجام نشده است، این تحقیق با هدف بررسی روش‌های بی‌خطر سازی مورد استفاده در این بیمارستان‌ها و پایش عملکرد دستگاه‌های امحای پسماند صورت گرفت.

روش بررسی: اطلاعات مورد نیاز از طریق مراجعه حضوری و مشاهده وضعیت موجود به دست آمد و با توجه به نوع سیستم‌های بی‌خطر سازی، متغیرهای تأثیرگذار بر بی‌خطر سازی پسماندها استخراج شد و براساس آن، آزمون‌های پایش بیولوژیک مربوط به بیمارستان‌های مورد مطالعه طراحی گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون دقیق فیشر آنالیز شدند.

یافته‌ها: در این مطالعه از ۹ بیمارستان فعال در استان قم، تنها ۳ بیمارستان مجهز به دستگاه بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی بودند. در بیمارستان A در ۶/۲۵٪ از نمونه‌ها رشد اسپور باسیلوس/استثاروترموفیلوس مشاهده گردید، درحالی‌که در بیمارستان B، هیچ‌گونه رشد میکروبی ثبت نشد. سرمایه‌گذاری اولیه جهت خریداری دستگاه در بیمارستان A تقریباً ۴ برابر بیمارستان B بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد دستگاه بی‌خطر ساز بیمارستان B با توجه به نابودی کامل اسپورها، هزینه کمتر (برای خریداری) و نگهداشت مناسب‌تری نسبت به دستگاه‌های موجود در بیمارستان A دارد.

کلیدواژه‌ها: پسماند بیمارستانی؛ دفع مواد زائد پزشکی - سازماندهی و مدیریت؛ بی‌خطر سازی؛ اتوکلاو.

^۱مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی،
دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

^۲دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم
پزشکی قم، قم، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات:

الهام طاهریان، دانشکده بهداشت،
دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:

taheriane@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۹

لطفاً به این مقاله به صورت زیر استناد نمایید:

Fahiminia M, Taherian E, Khazaei M, Paidari Shayesteh N, Arsang Jang Sh.
Monitoring, verification, and treatment of infectious wastes and their optimal
management in the hospitals of Qom City, Iran.

Qom Univ Med Sci J 2016;10(6):75-84. [Full Text in Persian]

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، افزایش نیازها و سطح انتظارات بهداشتی و درمانی جوامع انسانی در دنیای امروزی، موجبات لزوم توسعه و گسترش مراکز مختلف ارائه دهنده خدمات بهداشتی درمانی نظیر بیمارستان ها، درمانگاه ها و آزمایشگاه های تخصصی متعدد را فراهم کرده است. در پی این مسئله انتظار می رود روز به روز میزان تولید پسماندهای پزشکی، افزایش قابل توجهی داشته باشد (۱). اصطلاح پسماندهای بیمارستانی؛ دربرگیرنده پسماندهای تولیدی در مراکز بهداشتی درمانی، مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه های طبی می باشد. به علاوه، شامل منابع کوچک و پراکنده همچون پسماندهای ناشی از مراقبت های پزشکی در منازل است. بین ۷۵-۹۰٪ از پسماندهای تولیدی توسط ارائه دهندگان خدمات پزشکی کاملاً مشابه پسماندهای خانگی بوده و "غیرخطرناک" یا "پسماندهای عمومی بیمارستانی" نامیده می شوند. ۲۵-۱۰٪ پسماند باقیمانده نیز به عنوان "خطرناک" در نظر گرفته شده که انواع مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی را دربرمی گیرد (۲). مدیریت پسماندهای بیمارستانی، با توجه به ویژگی های عفونی و خطرناک بودن این پسماندها، یک مسئله ضروری از نظر ایمنی محیط زیست و عموم مردم است (۳). با افزایش نگرانی ها در مورد بیماری های مسری و پاسخگویی به الزامات قانونی سختگیرانه تر، تغییرات عمده و قابل توجهی درخصوص آینده مدیریت پسماندهای پزشکی و دفع آنها، انتظار می رود (۴). مدیریت پسماندهای بیمارستانی در ۲۰ سال گذشته در ایران، اهمیت چندانی نداشته و دفع این پسماندها همانند پسماندهای خانگی بوده است. اپیدمی غیرمنتظره ایدز در ایران، توجه مسئولین بهداشتی را به مدیریت پسماندهای بیمارستانی جلب کرده است (۵). بخش قابل توجهی از واکنش ها، به خطرات احتمالی مرتبط با پسماندهای عفونی و افزایش آگاهی عمومی مربوط به پیاده سازی و یا تقویت قوانین در بسیاری از نقاط جهان می باشد. همچنین الزام به بی خطر سازی مناسب این پسماندها، به منظور کاهش یا از بین بردن خطرات احتمالی مرتبط با بهداشت حرفه ای یا عمومی، یکی از عوامل کلیدی در این قوانین محسوب می شود (۶). با عنایت به کنوانسیون های استکهلم و بازل، دنیا به سمت کاهش به کارگیری زباله سوزها و جایگزینی آن با روش های غیرسوز

جهت امحای پسماندهای عفونی بیمارستانی پیش می رود. سیاست دفع پسماندهای بیمارستانی در کشورهای پیشرفته و صنعتی به سمت حذف زباله سوز و روی آوردن به تکنولوژی غیرسوز است (۷). تا این اواخر، زباله سوزی، روش اصلی دفع پسماندهای بیمارستانی در ایران بود. از آنجایی که زباله سوزهای بیمارستانی به تنهایی به عنوان بزرگترین منبع تولید دی اکسید و سایر آلاینده ها به شمار می روند، لذا استفاده از روش های غیرسوز برای بی خطر سازی پسماندهای بیمارستانی، مطرح و قوانین مرتبط با آن توسط وزارت بهداشت تدوین گردید (۵). هدف از بی خطر سازی؛ کاهش خطرات بالقوه ناشی از پسماندهای بیمارستانی، سپس تلاش برای حفاظت از محیط زیست می باشد (۲). سازمان جهانی بهداشت (WHO)، دفع پسماندهای بیمارستانی را قبل از انجام هرگونه فرآیند بی خطر سازی مجاز ندانسته است. براین اساس بی خطر سازی پسماندهای عفونی می بایست جزء برنامه های اصلی در مدیریت پسماندهای بیمارستانی قلمداد شود (۱). نظر به نقش دفع و بی خطر سازی به عنوان یکی از مراحل اصلی مدیریت پسماند، روش های گوناگون مورد استفاده، به منظور بی خطر سازی پسماندهای بیمارستانی، از اهمیت ویژه ای برخوردارند (۸). پنج فرآیند پایه، جهت بی خطر سازی اجزای خطرناک پسماندهای بیمارستانی عبارتند از: حرارتی، شیمیایی، پرتوتابی، بیولوژیکی و مکانیکی. فرآیندهای حرارتی پرکاربردترین روش مورد استفاده در سراسر جهان بوده و به دو دسته حرارت پایین و حرارت بالا تقسیم می شوند (۲). سوزاندن، احتراق کنترل شده ای است که در آن پسماند به طور کامل اکسید شده و میکروارگانیسم های مضر در درجه حرارت بالا از بین می روند (۹). اتوکلاو، هیدروکلاو و دستگاه حرارت خشک نیز از جمله دستگاه های بی خطر ساز با دمای پایین (غیرسوز) هستند که در سالهای اخیر کاربرد زیادی برای تصفیه پسماندهای بیمارستانی پیدا کرده اند. سیستم های حرارتی غیرسوز در کشورهای پیشرفته به عنوان روشی متداول برای امحای پسماندهای عفونی پذیرفته شده است (۱۰). مطالعه جنیدی و همکاران (سال ۱۳۸۸) نشان داد، روزانه ۳۰۵۷/۵۵ کیلوگرم پسماند در بیمارستان های شهر قم تولید شده که به علت عدم مدیریت مناسب مواد زائد جامد بیمارستانی، بیش از ۵۰٪ از آنها مربوط به پسماندهای عفونی، تیز و

برنده است و قبل از دفن از هیچ روشی برای بی خطر سازی این پسماندها استفاده نمی شود (۱۱). با توجه به اینکه تاکنون مطالعات جامعی در خصوص بی خطر سازی پسماندهای عفونی در شهر قم صورت نگرفته، لذا این تحقیق با هدف شناسایی سیستم های بی خطر سازی موجود، پایش عملکرد و مقایسه فنی سامانه های بی خطر سازی انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه به روش توصیفی - تحلیلی، کیفیت عملکرد دستگاه بی خطر ساز پسماندهای عفونی بیمارستان های شهر قم با استفاده از شاخص بیولوژیکی، به عنوان مهم ترین روش پایش مورد بررسی قرار گرفت. در زمان مطالعه، تنها ۳ بیمارستان در قم مجهز به دستگاه بی خطر ساز بودند که با توجه به عدم همکاری یکی از بیمارستان ها، این تحقیق در ۲ بیمارستان انجام شد.

در ابتدا با مراجعه حضوری، اطلاعات جامعی در خصوص نحوه بی خطر سازی پسماندهای عفونی در مراکز مورد مطالعه به دست آمد و سپس از طریق مشاهده مستقیم وضعیت موجود، بررسی نوع سیستم های بی خطر سازی و از طریق مصاحبه با مسئولین و کارشناسان بهداشت محیط شاغل در بیمارستان ها، اطلاعات لازم جمع آوری و متغیرهای تأثیرگذار بر بی خطر سازی پسماندها استخراج شد و با توجه به نوع دستگاه، آزمون های پایش مربوط به هر بیمارستان طراحی گردید. با توجه به ملاحظات اخلاقی در مطالعه حاضر، نام بیمارستان ها ذکر نشده و از حروف اختصاری A و B استفاده شده است.

روش تحقیق در بیمارستان A: به منظور تعیین حالت بهینه عملکرد اتوکلاو در سترون سازی پسماندهای عفونی، با توجه به متغیرهای نوع بارگذاری (کاملاً پر و نیمه پر)، محل قرارگیری تست (جنب دیواره، مرکز)، مدت زمان بی خطر سازی (۱۰ و ۳۰ دقیقه)، ۸ حالت به شرح زیر پیش بینی شد (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: حالت های مختلف پایش دستگاه در بیمارستان A

حالت	بارگذاری	زمان بی خطر سازی (دقیقه)	محل قرارگیری تست
A	حالت نیمه پر	۱۰	جنب دیواره
B	حالت نیمه پر	۳۰	جنب دیواره
C	حالت کاملاً پر	۱۰	جنب دیواره
D	حالت کاملاً پر	۳۰	جنب دیواره
E	حالت نیمه پر	۱۰	مرکز
F	حالت نیمه پر	۳۰	مرکز
G	حالت کاملاً پر	۱۰	مرکز
H	حالت کاملاً پر	۳۰	مرکز

متغیرهای محل قرارگیری تست (قسمت فوقانی دستگاه و دیگری در مرکز کیسه زباله) و شرایط دما - زمان (۱۲۱ درجه سانتیگراد در زمان ۳۰ دقیقه و دیگری دمای ۱۳۴ درجه سانتیگراد در زمان ۱۵ دقیقه)، ۴ حالت به شرح زیر پیش بینی شد (جدول شماره ۲).

حالت های فوق در سه مرحله، تکرار و در مجموع، ۲۴ مرحله نمونه برداری و پایش برای هر دستگاه (مجموعاً ۴۸ نمونه برای ۲ دستگاه) انجام گرفت.

روش تحقیق در بیمارستان B: به منظور تعیین حالت بهینه عملکرد اتوکلاو در سترون سازی پسماندهای عفونی، با توجه به

جدول شماره ۲: حالت های مختلف پایش دستگاه در بیمارستان B

حالت	دما (سانتیگراد)	زمان بی خطر سازی (دقیقه)	محل قرارگیری تست
A	۱۲۱	۳۰	قسمت فوقانی دستگاه
B	۱۲۱	۳۰	مرکز کیسه زباله
C	۱۳۴	۱۵	قسمت فوقانی دستگاه
D	۱۳۴	۱۵	مرکز کیسه زباله

یافته ها

در این مطالعه از ۹ بیمارستان فعال در استان قم، ۳ بیمارستان دارای دستگاه بی خطر ساز پسماندهای عفونی بودند.

۷۵٪ از دستگاه های مورد استفاده در بیمارستان های قم از نوع اتوکلاو با خردکن داخلی و ۲۵٪ از نوع کمی کلاو (بی خطر سازی به روش شیمیایی) بود. دستگاه بی خطر ساز در بیمارستان A، از نوع اتوکلاو با خردکن داخلی (ساخت کشور فرانسه) با ظرفیت ۳۰۰ لیتر در هر سیکل و در بیمارستان B، از نوع اتوکلاو با خردکن داخلی (ساخت ایران) با ظرفیت ۵۰۰ لیتر در هر سیکل بود.

از مجموع ۶۰ نمونه اخذ شده از دستگاه های بی خطر ساز پسماندهای عفونی، ۵۷ مورد (۹۵٪) از نمونه ها، منفی و ۳ مورد (۵٪) از نمونه ها، مثبت بود. با توجه به پایش های انجام شده، تمامی تست های بیولوژیک مربوط به پایش دستگاه بی خطر ساز بیمارستان B، نتیجه مطلوبی داشت و هیچ رشد اسپوری مشاهده نشد و در بیمارستان A تقریباً ۹۴٪ از تست های بیولوژیک، نتیجه مطلوبی داشت و در ۶٪ از موارد، اسپورها پس گذراندن سیکل بی خطر سازی رشد کردند.

نتایج پایش بیولوژیک در ۸ حالت تعریف شده در بیمارستان A در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. حالت G با ۵۰٪ رشد اسپور، ضعیف ترین حالت بوده است.

حالت های فوق در سه مرحله، تکرار و در مجموع ۱۲ مرحله نمونه برداری و پایش انجام گرفت.

پس از تنظیمات مدنظر، ویال اندیکاتور بیولوژیک {حاوی اسپور *ژئوباسیلوس/استاروترموفیلوس* (ATCC7953) 10^6 CFU} محیط کشت و اندیکاتور pH {در مکان های مخصوص ویال قرار گرفت و سیکل اجرا شد. پس از پایان فرآیند، ویال اندیکاتور بیولوژیک را بیرون آورده و طی مدت ۲ ساعت کپسول شیشه ای داخل آن را شکسته و محیط کشت و اندیکاتور pH داخل کپسول شیشه ای با کاغذ آغشته به /سپور باسیلوس در تماس قرار گرفت، سپس ویال به مدت ۷۲-۲۴ ساعت در دمای 56 ± 1 درجه سانتیگراد انکوبه شد و تغییر رنگ در آن بررسی گردید. تغییر رنگ محیط کشت از بنفش به زرد، نشانگر رشد باکتریایی و عدم تغییر رنگ، نشان دهنده از بین رفتن باسیلوس و صحت عملکرد دستگاه بود (۱۲).

داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ تحلیل شدند. از شاخص های آماری فراوانی و درصد فراوانی (برای توصیف داده ها) و از آزمون دقیق فیشر (برای بررسی ارتباط بین متغیرهای مورد بررسی با نابودی اسپورها) با تصحیح یتس در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده گردید.

جدول شماره ۳: نتایج پایش بیولوژیک در حالت های مختلف در بیمارستان A

حالت	بارگذاری	زمان بی خطر سازی (دقیقه)	محل فرادگیری تست	نتیجه پایش بیولوژیکی			
				حالت مطلوب	حالت نامطلوب	درصد	تعداد
A	حالت نیمه پر	۱۰	جنب دیواره	۶	۱۰۰٪	۰	۰
B	حالت نیمه پر	۳۰	جنب دیواره	۶	۱۰۰٪	۰	۰
C	حالت کاملاً پر	۱۰	جنب دیواره	۶	۱۰۰٪	۰	۰
D	حالت کاملاً پر	۳۰	جنب دیواره	۶	۱۰۰٪	۰	۰
E	حالت نیمه پر	۱۰	مرکز	۶	۱۰۰٪	۰	۰
F	حالت نیمه پر	۳۰	مرکز	۶	۱۰۰٪	۰	۰
G	حالت کاملاً پر	۱۰	مرکز	۳	۵۰٪	۳	۵۰
H	حالت کاملاً پر	۳۰	مرکز	۶	۱۰۰٪	۰	۰

با توجه به نتایج آزمون دقیق فیشر، با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت بین محل قرارگیری اندیکاتور میکروبی و نابودی اسپورها، بین زمان بی خطر سازی و نابودی اسپورها، همچنین بین میزان بارگذاری پسماندها و انهدام اسپورها، ارتباط مستقیمی وجود ندارد و مستقل از هم هستند. پایش بیولوژیک در ۴ حالت تعریف شده در بیمارستان B، هیچ گونه رشد اسپوری را نشان نداد و در تمامی حالات، نتیجه پایش مطلوب بود.

متوسط تولید پسماندهای عفونی در بیمارستان A، ۷۰۰ کیلوگرم در روز و تعداد سیکل های کاری هر دستگاه ۹ سیکل بود که در مجموع، برای دو دستگاه مستقر در این بیمارستان، ۱۸ سیکل در نظر گرفته شد. بدین ترتیب هر دستگاه تقریباً ۳۵۰ کیلوگرم پسماند عفونی را در هر روز بی خطر می ساخت. با در نظر گرفتن زمان بارگیری و تخلیه، مدت هر سیکل در بیمارستان A تقریباً ۴۵ دقیقه بود. بنابراین، میزان پسماند امحاشده، ۰/۸۶ کیلوگرم در هر دقیقه و ظرفیت بی خطر سازی در هر شیفت کاری، ۴۱۲/۸ کیلوگرم اعلام شد. در بیمارستان B به طور متوسط، ۱۴۵ کیلوگرم پسماند عفونی تولید می شد و دستگاه روزانه در ۳ سیکل فعال بود. زمان هر سیکل با در نظر گرفتن زمان بارگیری، نصب کیسه ها و خارج نمودن آنها تقریباً ۱۸۰ دقیقه تعیین شد. با توجه به موارد ذکر شده میزان پسماند امحاشده، ۰/۲۷ کیلوگرم در هر دقیقه و ظرفیت بی خطر سازی در هر شیفت کاری، ۱۲۹/۶ کیلوگرم بود.

با توجه به اینکه در بیمارستان A ظرفیت بی خطر سازی پسماند در هر شیفت کاری ۸ ساعته، بیشتر از کل پسماندهای عفونی تولیدی در طول روز بود، لذا با در نظر گرفتن زمان استراحت با حضور یک نفر اپراتور، تمامی پسماندها امحا می شد. لازم به ذکر است هر دو دستگاه موجود در این بیمارستان به طور همزمان توسط یک اپراتور قابل راهبری بود. در بیمارستان B نیز با توجه به اینکه ظرفیت بی خطر سازی در هر شیفت کاری ۸ ساعته، کمتر از پسماندهای عفونی تولیدی در طول روز بود و با در نظر گرفتن زمان استراحت اپراتور، ۲ شیفت کاری در روز و در نتیجه ۲ نفر نیروی انسانی مورد نیاز بود.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد دستگاه بی خطر ساز بیمارستان B

(با توجه به نابودی کامل اسپورها) هزینه کمتر و نگهداشت مناسب تری نسبت به دستگاه های موجود در بیمارستان A دارد. نتایج مطالعه جنیدی و همکاران (سال ۱۳۸۸) نیز نشان داد هیچ یک از ۸ بیمارستان شهر قم به دستگاه بی خطر ساز مجهز نبوده اند (۱۱). این در حالی است که در اردیبهشت و مرداد ماه سال ۱۳۹۰ در شهر تهران از ۱۵۲ بیمارستان فعال، ۳۹ بیمارستان مجهز به دستگاه های بی خطر ساز پسماندهای بیمارستانی بودند (۸). از مجموع ۴۵ بیمارستان موجود در استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۹۱، ۲۰٪ بیمارستان ها فاقد دستگاه های بی خطر ساز پسماندهای عفونی، نوک تیز و برنده بودند که به علت خرابی دستگاه در ۶ بیمارستان، عملاً در ۲۷٪ بیمارستان ها، عملیات بی خطر سازی پسماندهای عفونی، نوک تیز و برنده صورت نگرفته بود (۱). در تحقیق صورت گرفته توسط نسیم صابر معاش و همکاران (سال ۱۳۹۱)، از تعداد ۳۰ بیمارستان موجود در استان گیلان، در ۲۸ بیمارستان دستگاه امحای غیرسوز تهیه گردید و تنها یک بیمارستان فاقد دستگاه بود و یک بیمارستان نیز به صورت مشترک از زباله سوز و دستگاه مایکروویو استفاده می کرد (۱۳). همچنین در مطالعه انجام شده توسط طاهر شهریاری در استان خراسان جنوبی، همه بیمارستان ها عمل بی خطر سازی روی زباله ها را با استفاده از اتوکلاو انجام می دادند (۱۴). شبنم بینایی تولایی و همکاران (سال ۱۳۹۱) با بررسی وضعیت بی خطر سازی زباله های عفونی و نوک تیز در ۱۲ بیمارستان تابعه دانشگاه علوم پزشکی مشهد نشان دادند ۶۶/۶٪ بیمارستان ها مجهز به سیستم اتوکلاو جهت بی خطر سازی، ۱۶/۶۷٪ بیمارستان ها فاقد اتوکلاو و در ۱۶/۶۷٪ بیمارستان ها نیز دستگاه خریداری شده بود، اما مورد بهره برداری و استفاده قرار نگرفته بود (۱۵). در مطالعه محمد هادی دهقانی و همکاران (سال ۱۳۸۸)، ۲۰٪ از بیمارستان های شهر اراک از زباله سوز و ۶۰٪ نیز از اتوکلاو برای بی خطر سازی پسماندهای بیمارستانی استفاده می کردند (۱۶). با استناد به ماده ۷ قانون مدیریت پسماندها، مدیریت اجرایی تمامی پسماندهای صنعتی و ویژه به عهده تولیدکننده و در صورت تبدیل آن به پسماند عادی برعهده شهرداری ها، دهیاری ها و بخشداری ها می باشد (۱۷). براساس "ماده ۶۴ ضوابط و روش های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته" مصوبه شماره

۱۵۸۷۱/ت ۳۸۴۵۹ ک مورخ ۱۳۸۷/۲/۸ هیأت محترم دولت "موضوع ماده ۱۱ قانون مدیریت پسماندها"، بی خطر سازی پسماندهای عفونی و تیز برنده باید توسط مراکز عمده تولید کننده پسماند پزشکی ویژه (مانند بیمارستان ها) و در شهرهای متوسط و بزرگ در محل تولید انجام شود تا مخاطرات ناشی از حمل و نقل و هزینه های مربوطه به حداقل برسد. در شهرهای کوچک، روستاها و مراکز کوچک نیز پسماندها در سایت مرکزی بی خطر می شوند (۱۸). در سالهای اخیر با تصمیمات اتخاذ شده در وزارت بهداشت، تمامی بیمارستان ها ملزم به خریداری و راه اندازی دستگاه بی خطر ساز غیر سوز بوده و پسماندهای خطرناک تولیدی بایستی توسط بیمارستان امحا گردند، در غیر این صورت گواهی نامه ارزشیابی سالیانه بیمارستان صادر نخواهد شد. باتوجه به قوانین و دستورالعمل های اشاره شده و مطالعات صورت گرفته در سایر شهرهای کشور، بی خطر سازی پسماندهای بیمارستانی در شهر قم، شرایط مطلوبی نداشته و توجه هرچه بیشتر مسئولین بیمارستان ها و دانشگاه علوم پزشکی قم را می طلبد. در مطالعه حاضر، از مجموع ۶۰ نمونه اخذ شده از سه دستگاه بی خطر ساز پسماندهای عفونی فعال در شهر قم، ۵۷ مورد (۹۵٪) از نمونه ها، منفی و ۳ مورد (۵٪)، مثبت بود. در مطالعه انجام شده توسط ملکوتیان و همکاران بر روی دستگاه های بی خطر ساز پسماند در بیمارستان های آموزشی شهر کرمان و سیرجان (سال ۱۳۹۲)، ۸۴٪ از دستگاه ها دارای عملکرد مطلوبی از نظر بیولوژیکی بودند (۱۹). میرانزاده و همکاران (سال ۱۳۸۹) با بررسی دستگاه اتوکلاو بیمارستان شهید بهشتی کاشان، پایش بیولوژیک ۷۴/۳٪ از نمونه ها را مطلوب ارزیابی کردند (۲۰). آقاپور خامنه و همکاران در شهر تهران، کارکرد دستگاه ها را در ۱۳/۶٪ از موارد دارای رتبه عالی، ۳۱/۸٪، رتبه خوب؛ ۴۵/۵٪، رتبه متوسط و ۹/۱٪، رتبه ضعیف ارزیابی کردند (۸). Linscott و Tiller در ارزیابی اتوکلاوها برای بی خطر سازی پسماندهای پزشکی، رشد باکتری را در ۱۸ مورد از ۲۲ نمونه مشاهده کردند (۲۱). در مطالعه صورت گرفته توسط علی فردوسی و همکاران (سال ۱۳۸۹) بر روی دستگاه های بی خطر ساز پسماند بیمارستانی در اصفهان، نتایج تست های TST (دما، بخار، زمان) و اسپور در تمامی موارد، منفی بود که بیانگر موفقیت پروسه بی خطر سازی می باشد (۲۲).

همچنین علی اصغر فرشاد و همکاران در مطالعه خود روی دستگاه های غیر سوز در بیمارستان های شهر تهران در اتوکلاو بدون خردکن در ۵۰٪ از نمونه ها و در هیدروکلاو در ۲۰٪ از نمونه ها، رشد میکروبی مشاهده کردند. در سیستم حرارت خشک و اتوکلاو با خردکن، هیچ رشد میکروبی مشاهده نشد (۵). در مطالعه ذبیح اله یوسفی و همکاران در خصوص دستگاه های امحای پسماندهای عفونی در استان مازندران، در طی مطالعه از ۵۶ نمونه برداری میکروبی از پسماند خروجی دستگاه، ۴۸ مورد نمونه ها، منفی و ۶ مورد استاف کواگولاز / پیدرمیدیس و ۲ مورد باسیل گرم مثبت سوبتلیس رشد کرد و از ۱۶ تست بیولوژیک به کار گرفته شده، پاسخ عدم رشد دریافت گردید (۷). نتایج ارزیابی دستگاه های بی خطر ساز در شهر قم، نشان دهنده کارآیی مناسب تر آنها نسبت به دستگاه های مورد مطالعه توسط ملکوتیان، میرانزاده، آقاپور خامنه، Linscott و Tiller می باشد، اما نسبت به دستگاه های مورد بررسی توسط فردوسی، فرشاد، یوسفی؛ کارآیی ضعیف تری دارد (۸، ۷، ۵) (۱۹-۲۲). با توجه به پایش های انجام شده، تمامی تست های بیولوژیک مربوط به پایش دستگاه بی خطر ساز بیمارستان B، نتیجه مطلوبی داشت و هیچ رشد اسپوری در هیچ یک از حالات مختلف آزمون مشاهده نشد و در بیمارستان A نیز تقریباً ۹۴٪ از تست های بیولوژیک، نتیجه مطلوبی داشت و در ۶٪ از موارد، اسپورها پس گذراندن سیکل بی خطر سازی رشد کردند. همچنین ۳ نمونه مثبت در حالت G؛ یعنی "بارگذاری کاملاً پر، زمان ۱۰ دقیقه و اندیکاتور قرار گرفته در مرکز" مشاهده شد. در واقع در ۵۰٪ از اندیکاتورهای که در شرایط فوق قرار گرفته بودند، رشد اسپور مشاهده گردید. هرچند با در نظر گرفتن آزمون های آماری هیچ یک از پارامترهای بارگذاری، دما و محل قرارگیری اندیکاتور به تنهایی تعیین کننده نابودی اسپورها نیستند، اما هر سه پارامتر در کنار هم، مشخص کننده ضعیف ترین حالت بهره برداری دستگاه در حالت G می باشند.

در مطالعه میرانزاده و همکاران (سال ۱۳۸۹) بر روی دستگاه اتوکلاو بیمارستان شهید بهشتی کاشان، نتایج آزمون آماری نشان داد ارتباط معنی داری بین نوع بسته بندی زباله ها، نوع بارگذاری دستگاه و عملکرد سترون سازی زباله ها وجود ندارد که این مورد

با نتیجه مطالعه حاضر همخوانی داشت، درحالی که بین عملکرد دستگاه و متغیر دما - زمان، ارتباط معنی داری وجود داشت ($p < 0.05$)، که نشان دهنده تأثیر دما و زمان در فشار ثابت برای فرآیند سترون سازی زباله ها بود. همچنین بهترین شرایط بهره برداری از دستگاه اتوکلاو زباله های عفونی، استفاده از ترکیب دما - زمان (۱۰ دقیقه و ۱۴۰ درجه سانتیگراد) و (۱۵ دقیقه و ۱۳۴ درجه سانتیگراد) در فشار ثابت ۱۰۱ kpa بیان شد که با نتایج به دست آمده در بیمارستان B در مطالعه حاضر مطابقت داشت (۲۰). William و همکاران در بررسی آلودگی زدایی از پسماندهای بیولوژیک آزمایشگاهی توسط اتوکلاو به این نتیجه دست یافتند که انتقال گرما هنگامی که حجم کوچک تری از پسماندهای میکروبیولوژیکی مورد آزمایش قرار گیرند، کارآمدتر است (۲۳). شاید اختلاف موجود در مطالعه William و نتایج حاصل از این مطالعه ناشی از تفاوت در نوع اتوکلاوها و یا نوع پسماندهای مورد آزمایش باشد. Hossain و همکاران در بررسی بی خطر سازی پسماندهای پزشکی به این نتایج رسیدند که با افزایش زمان تماس و دما، تعداد باکتری های باقیمانده نیز کاهش می یابد (۲۴). این درحالی است که در مطالعه حاضر ارتباط معنی داری بین زمان و نابودی اسپورها در دما و فشار ثابت مشاهده نشد.

با توجه به اینکه عملیات سترون سازی باید بر روی تمامی پسماندها انجام گیرد، لذا توجه به هر سه پارامتر (نوع بارگذاری، زمان و قابلیت نفوذ بخار به همه نقاط) ضروری است. بنابراین، توصیه می گردد جهت اطمینان از تکمیل فرآیند سترون سازی در بیمارستان A، از زمان ۳۰ دقیقه و یا بهره برداری دستگاه، در شرایط نیمه پر استفاده شود که با توجه به اقتصادی نبودن بهره برداری در شرایط نیمه پر، استفاده از زمان ۳۰ دقیقه گزینه ارجح است. بنابراین، با عنایت به اینکه تمامی ۳ نمونه مثبت مربوط به بیمارستان A بوده است، کارآیی دستگاه بی خطر ساز بیمارستان B، مناسب تر از بیمارستان A ارزیابی می شود.

مقایسه ظرفیت بی خطر سازی و نیروی انسانی مورد نیاز در دو بیمارستان با توجه به محاسبات انجام گرفته نشان داد ظرفیت بی خطر سازی پسماند در بیمارستان A، ۰/۸۶ و در بیمارستان B، ۰/۲۷ کیلوگرم در هر دقیقه می باشد.

همچنین با در نظر گرفتن شیفت کاری ۸ ساعته، در بیمارستان های A و B به ترتیب ۴۱۲/۸ و ۱۲۹/۶ کیلوگرم پسماند در هر شیفت به وسیله هر دستگاه قابل امحا بوده است. در واقع بیمارستان A با داشتن ۲ دستگاه فعال، به صورت همزمان قادر به امحا ۸۲۵/۶ کیلوگرم پسماند در هر شیفت کاری است. با توجه به اینکه در این بیمارستان ظرفیت بی خطر سازی پسماند در هر شیفت کاری ۸ ساعته بیشتر از کل پسماندهای عفونی تولیدی در طول روز بوده، لذا با توجه به زمان استراحت، حضور یک نفر اپراتور برای امحای تمامی پسماندها کافی می باشد. لازم به ذکر است هر دو دستگاه موجود در این بیمارستان به طور همزمان توسط یک اپراتور قابل راهبری بوده است. در بیمارستان B با توجه به اینکه ظرفیت بی خطر سازی در هر شیفت کاری ۸ ساعته کمتر از پسماندهای عفونی تولیدی در طول روز بوده و با در نظر گرفتن زمان استراحت اپراتور، به دو شیفت کاری در روز احتیاج است که در نتیجه ۲ نفر نیروی انسانی مورد نیاز می باشد.

نتیجه گیری

دستگاه مورد استفاده در بیمارستان B، با وجود معایبی چون گیر کردن، خرابی تیغه ها و زمان طولانی هر سیکل به علت ساخت در داخل کشور، و به طبع آن هزینه خریداری، نگهداری پایین تر و نتایج مطلوب در حذف پاتوژن ها به عنوان گزینه برتر انتخاب می شود. تجهیز تمامی بیمارستان های استان به دستگاه های بی خطر ساز با توجه به الزامات قانونی و اهمیت آنها در تأمین محیط زیست سالم و ارتقای سلامت جامعه، اجتناب ناپذیر است. همچنین با در نظر گرفتن دستگاه رزرو برای هر بیمارستان می توان از انباشت پسماندها و یا دفع غیر اصولی آنها در زمان خرابی دستگاه اصلی و یا در شرایط اضطراری جلوگیری کرد. همچنین با توجه به اینکه مطالعه اخیر، تنها عملکرد میکروبی دستگاه ها را مورد بررسی قرار داده است، انجام مطالعاتی در خصوص کیفیت هوای خروجی، کیفیت پساب، آلودگی صوتی و بو ناشی از دستگاه های بی خطر ساز، ضروری به نظر می رسد.

References:

1. Mosaferi M, Ghanbari Ghosikli M, Ghouchani M, Amini Tabook F, Heybati B. Investigate situation of medical wastes treatment devices in hospitals of the East Azarbaijan province(2012). 16th National Conference on Environmental Health. Iran: Tabriz University of Medical Sciences; 2013. [Text in Persian]
2. Chartier Y, Emmanuel J, Pieper U, Prüss A, Rushbrook P, Stringer R, et al. Safe management of wastes from health-care activities. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2014.
3. Tsakona M, Anagnostopoulou E, Gidarakos E. Hospital waste management and toxicity evaluation: A case study. *Waste Manag* 2007;27(7):912-20.
4. Gomez E, Rani DA, Cheeseman C, Deegan D, Wise M, Boccaccini A. Thermal plasma technology for the treatment of wastes: A critical review. *J Hazard Mater* 2009;161(2-3):614-26.
5. Farshad A, Gholami H, Farzadkia M, Mirkazemi R, Kermani M. The safety of non-incineration waste disposal devices in four hospitals of Tehran. *Int J Occup Environ Health* 2014;20(3):258-63.
6. Salkin IF. Conventional and alternative technologies for the treatment of infectious waste. *J Mater Cycle Waste Manag* 2003;5(1):0009-00012.
7. Yousefi Z, Valizadeh M. Evaluation on applied non-burning and medical waste sterilization methods in Mazandaran Province. 13th National Conference on Environmental Health. Iran: Kerman University of Medical Sciences; 2010. [Text in Persian]
8. Aghapour P, Nabizadeh R, Monavari M, Yaghmaeian K, Nouri J. Analysis of the health and environmental status of sterilizers in hospital waste management(a case study: Hospitals in Tehran). *Waste Manag Res* 2013;31(3):333-7.
9. Rajendra A. Bio-Medical Waste Management in the Local Planning Area of Mysore City. *Int J Adv Res* 2014;2(7):951-5.
10. Ferdowsi A, Ferdosi M, Mehrani Z, Narenjkar P. Certain hospital waste management practices in Isfahan, Iran. *Int J Prev Med* 2012;3(1):176-85.
11. Jonidi A, Jafaripour M, Farzadkia M. Hospital solid waste management in Qom hospitals. *J Sch Pub Health Instit Pub Health Res* 2010;8(2):41-53.
12. Ministry of Health and Medical Education. Environmental & occupational health center. Performance evaluation and monitoring of biological, chemical and mechanical guideline for non-hazardous non-incineration devices of waste; 2011. Available From: <http://markazsalamat.behdasht.gov.ir/index.aspx?fkeyid=&siteid=358&pageid=42900>. Accessed March 1, 2014. [Text in Persian]
13. Saber ma'ash N, Abolfathi M, Khanjani F. Management of medical wastes in Gilan hospitals with an emphasis on protecting public health and environment. 16th National Conference on Environmental Health. Iran: Tabriz; 2013. Available From: <http://congress.tbzmed.ac.ir/be/Abstract/13003>. Accessed November 1, 2013. [Text in Persian]
14. Shahriari T, Khazaei T, Khazaei M, Khosravi R, Barikbin B, Khodadadi M, et al. Situation of segregation, collection, storage and disposal of hospital and clinical waste in South Khorasan province. 16th National Conference on Environmental Health. Iran: Tabriz; 2013. Available From: <http://congress.tbzmed.ac.ir/be/Abstract/13758>. Accessed November 1, 2013. [Text in Persian]
15. Binaei Tavalaei Sh, Gharaian Morshed M, Yahyapour Z. Study on situation of infectious and sharp waste in 12 hospitals of Mashhad University of Medical Sciences in 2012. 16th National Conference on Environmental Health. Iran: Tabriz; 2013. Available From: <http://congress.tbzmed.ac.ir/be/Abstract/11839>. Accessed November 1, 2013. [Text in Persian]
16. Dehghani M, Fazelinia F, Omrani G, Nabizadeh R, Azam K. Investigation of management status on medical wastes in public hospitals of Arak City. *Iranian J Health Environ* 2011;4(1):93-104.

17. Waste Management Law. Islamic Republic of Iran; 2004. Available From: <http://pasmand.tehran.ir/Default.aspx?tabid=134>. Accessed November 1, 2013. [Text in Persian]
18. Ministry of health and medical education. Environmental & occupational health center. Regulations and procedures of executive management of medical wastes and dependent wastes. Islamic Republic of Iran; 2008. Available From: <http://as.doe.ir/Portal/File/ShowFile.aspx?ID=9099c5b9-0483-40dd-ad64-8a6f34cd74b9>. Accessed November 1, 2013. [Text in Persian]
19. Malakootian M, Sadeghi M, Dowlatshahi S. Evaluate the performance of non-hazardous non-incineration devices of waste in Kerman education hospitals and sirjan hospitals (2013). *J Hosp* 2015;14(1):77-84. [Full Text in Persian]
20. Miranzadeh M, Sabahi Bidgoli M, Zarfeshani A, Heidari M. Study on performance of infectious waste sterilizing set in Kashan Shahid Beheshti hospital and determination of its optimum operating condition. *Iranian J Health Environ* 2012;4(4):493-506. [Full Text in Persian]
21. Tiller T, Linscott A. Evaluation of a steam autoclave for sterilizing medical waste at a university health center. *Am J Infect Control* 2004;32(3): E9.
22. Ferdowsi A, Ferdosi M, Mehrani MJ. Incineration or autoclave? A comparative study in Isfahan hospitals waste management system (2010). *Mater Sociomed* 2013;25(1):48-51.
23. Rutala WA, Stiegel MM, Sarubbi F. Decontamination of laboratory microbiological waste by steam sterilization. *Appl Environ Microbiol* 1982;43(6):1311-16.
24. Hossain MS, Balakrishnan V, Rahman NN, Sarker MZ, Kadir MO. Treatment of clinical solid waste using a steam autoclave as a possible alternative technology to incineration. *Int J Environ Res Public Health* 2012;9(3):855-67.