

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

Mohammad Fahiminia<sup>1</sup>, Elham Taherian<sup>2\*</sup>, Mohammad Khazaei<sup>1</sup>,  
Narges Paidari Shayesteh<sup>2</sup>, Shahram Arsang Jang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Center for Environmental Pollutants, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

<sup>2</sup>Faculty 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<sup>۱</sup>، الهام طاهریان<sup>۲\*</sup>، محمد خزائی<sup>۱</sup>، نوگس پایداری شایسته<sup>۲</sup>، شهرام ارسنگ<sup>۱</sup>

### چکیده

<sup>۱</sup>مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی،  
دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

<sup>۲</sup>دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم  
پزشکی قم، قم، ایران.

**زمینه و هدف:** با توجه به اینکه تاکنون مطالعات جامعی در خصوص 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 استئاروترموفیلوس 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.

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

\* 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 ارائه‌دهنده خدمات بهداشتی درمانی نظیر بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها و آزمایشگاه‌های تخصصی متعدد را فراهم کرده است. در پی این مسئله انتظار می‌رود روزبه‌روز میزان تولید پسماندهای پزشکی، افزایش قابل‌توجهی داشته باشد (۱). اصطلاح پسماندهای بیمارستانی؛ دربرگیرنده پسماندهای تولیدی در مراکز بهداشتی درمانی، مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های طبی می‌باشد. به‌علاوه، شامل منابع کوچک و پراکنده همچون پسماندهای ناشی از مراقبت‌های پزشکی در منازل است. بین ۷۵-۹۰٪ از پسماندهای تولیدی توسط ارائه‌دهندگان خدمات پزشکی کاملاً مشابه پسماندهای خانگی بوده و "غیرخطرناک" یا "پسماندهای عمومی بیمارستانی" نامیده می‌شوند. ۲۵-۱۰٪ پسماند باقیمانده نیز به‌عنوان "خطرناک" در نظر گرفته شده که انواع مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی را دربرمی‌گیرد (۲). مدیریت پسماندهای بیمارستانی، با توجه به ویژگی‌های عفونی و خطرناک بودن این پسماندها، یک مسئله ضروری از نظر ایمنی محیط زیست و عموم مردم است (۳). با افزایش نگرانی‌ها در مورد بیماری‌های مسری و پاسخگویی به الزامات قانونی سختگیرانه‌تر، تغییرات عمده و قابل‌توجهی درخصوص آینده مدیریت پسماندهای پزشکی و دفع آنها، انتظار می‌رود (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 قابل‌توجهی از واکنش‌ها، به خطرات احتمالی مرتبط با پسماندهای عفونی و افزایش آگاهی عمومی مربوط به پیاده‌سازی و یا تقویت قوانین در بسیاری از نقاط جهان می‌باشد. همچنین الزام به بی‌خطر سازی مناسب این پسماندها، به‌منظور کاهش یا از بین بردن خطرات احتمالی مرتبط با بهداشت حرفه‌ای یا عمومی، یکی از عوامل کلیدی در این قوانین محسوب می‌شود (۶). با عنایت به کنوانسیون‌های استکهلم و بازل، دنیا به سمت کاهش به‌کارگیری زباله‌سوزها و جایگزینی آن با روش‌های غیرسوز

جهت امحای پسماندهای عفونی بیمارستانی پیش می‌رود. سیاست دفع پسماندهای بیمارستانی در کشورهای پیشرفته و صنعتی به‌سمت حذف زباله‌سوز و روی آوردن به تکنولوژی غیرسوز است (۷). تا این اواخر، زباله‌سوزی، روش اصلی دفع پسماندهای بیمارستانی در ایران بود. از آنجایی که زباله‌سوزهای بیمارستانی به‌تنهایی به‌عنوان بزرگترین منبع تولید دی‌اکسید و سایر آلاینده‌ها به‌شمار می‌روند، لذا استفاده از روش‌های غیرسوز برای بی‌خطر سازی پسماندهای بیمارستانی، مطرح و قوانین مرتبط با آن توسط وزارت بهداشت تدوین گردید (۵). هدف از بی‌خطر سازی؛ کاهش خطرات بالقوه ناشی از پسماندهای بیمارستانی، سپس تلاش برای حفاظت از محیط زیست می‌باشد (۲). سازمان جهانی بهداشت (WHO)، دفع پسماندهای بیمارستانی را قبل از انجام هرگونه فرآیند بی‌خطر سازی مجاز ندانسته است. براین اساس بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی می‌بایست جزء برنامه‌های اصلی در مدیریت پسماندهای بیمارستانی قلمداد شود (۱). نظر به نقش دفع و بی‌خطر سازی به‌عنوان یکی از مراحل اصلی مدیریت پسماند، روش‌های گوناگون مورد استفاده، به‌منظور بی‌خطر سازی پسماندهای بیمارستانی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (۸). پنج فرآیند پایه، جهت بی‌خطر 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 می‌شوند (۲). سوزاندن، احتراق کنترل‌شده‌ای است که در آن پسماند به‌طور کامل اکسید شده و میکروارگانیسم‌های مضر در درجه حرارت بالا از بین می‌روند (۹). اتوکلاو، هیدروکلاو و دستگاه حرارت خشک نیز از جمله دستگاه‌های بی‌خطر ساز با دمای پایین (غیرسوز) هستند که در سالهای اخیر کاربرد زیادی برای تصفیه پسماندهای بیمارستانی پیدا کرده‌اند. سیستم‌های حرارتی غیرسوز در کشورهای پیشرفته به‌عنوان روشی متداول برای امحای پسماندهای عفونی پذیرفته شده است (۱۰). مطالعه جنیدی و همکاران (سال ۱۳۸۸) نشان داد، روزانه ۳۰۵۷/۵۵ کیلوگرم پسماند در بیمارستان‌های شهر قم تولید شده که به‌علت عدم مدیریت مناسب مواد زائد جامد بیمارستانی، بیش از ۵۰٪ از آنها مربوط به پسماندهای عفونی، تیز و

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

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

جدول شماره ۱: حالت‌های مختلف پایش دستگاه در بیمارستان A

حالت	بارگذاری	زمان بی‌خطر سازی (دقیقه)	محل قرارگیری تست
A	حالت نیمه‌پر	۱۰	جنب دیواره
B	حالت نیمه‌پر	۳۰	جنب دیواره
C	حالت کاملاً پر	۱۰	جنب دیواره
D	حالت کاملاً پر	۳۰	جنب دیواره
E	حالت نیمه‌پر	۱۰	مرکز
F	حالت نیمه‌پر	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 پیش‌بینی شد (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲: حالت‌های مختلف پایش دستگاه در بیمارستان B

حالت	دما (سانتیگراد)	زمان بی‌خطر 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

برنده است و قبل از دفن از هیچ روشی برای بی‌خطر سازی این پسماندها استفاده نمی‌شود (۱۱). با توجه به اینکه تاکنون مطالعات جامعی درخصوص بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی در شهر قم صورت نگرفته، لذا این تحقیق با هدف شناسایی سیستم‌های بی‌خطر سازی موجود، پایش عملکرد و مقایسه فنی سامانه‌های بی‌خطر سازی انجام شد.

## روش بررسی

در این مطالعه به روش توصیفی - تحلیلی، کیفیت عملکرد دستگاه بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی بیمارستان‌های شهر قم با استفاده از شاخص بیولوژیکی، به‌عنوان مهم‌ترین روش پایش مورد بررسی قرار گرفت. در زمان مطالعه، تنها ۳ بیمارستان در قم مجهز به دستگاه بی‌خطر ساز بودند که با توجه به عدم همکاری یکی از بیمارستان‌ها، این تحقیق در ۲ بیمارستان انجام شد.

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

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

## 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 اسپور باسیلوس در تماس قرار گرفت، سپس ویال به مدت ۲۴-۷۲ ساعت در دمای  $56 \pm 1$  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 فرارگیری تست	نتیجه پایش بیولوژیکی	
				حالت مطلوب	حالت نامطلوب
				تعداد	درصد
A	حالت نیمه پر	۱۰	جنب دیواره	۶	۱۰۰٪
B	حالت نیمه پر	۳۰	جنب دیواره	۶	۱۰۰٪
C	حالت کاملاً پر	۱۰	جنب دیواره	۶	۱۰۰٪
D	حالت کاملاً پر	۳۰	جنب دیواره	۶	۱۰۰٪
E	حالت نیمه پر	۱۰	مرکز	۶	۱۰۰٪
F	حالت نیمه پر	۳۰	مرکز	۶	۱۰۰٪
G	حالت کاملاً پر	۱۰	مرکز	۳	۵۰٪
H	حالت کاملاً پر	۳۰	مرکز	۶	۱۰۰٪

با توجه به ناپودی کامل اسپورها) هزینه کمتر و نگهداشت مناسب‌تری نسبت به دستگاه‌های موجود در بیمارستان A دارد. نتایج مطالعه جنیدی و همکاران (سال ۱۳۸۸) نیز نشان داد هیچ‌یک از ۸ بیمارستان شهر قم به دستگاه بی‌خطر ساز مجهز نبوده‌اند (۱۱). این در حالی است که در اردیبهشت و مرداد ماه سال ۱۳۹۰ در شهر تهران از ۱۵۲ بیمارستان فعال، ۳۹ بیمارستان مجهز به دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای بیمارستانی بودند (۸). از مجموع ۴۵ بیمارستان موجود در استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۹۱، ۲۰٪ بیمارستان‌ها فاقد دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی، نوک‌تیز و برنده بودند که به علت خرابی دستگاه در ۶ بیمارستان، عملاً در ۲۷٪ بیمارستان‌ها، عملیات بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی، نوک‌تیز 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 زباله‌سوز و دستگاه مایکروویو استفاده می‌کرد (۱۳). همچنین در مطالعه انجام شده توسط طاهر شهریاری در استان خراسان جنوبی، همه بیمارستان‌ها عمل بی‌خطر سازی روی زباله‌ها را با استفاده از اتوکلاو انجام می‌دادند (۱۴). شبنم بینایی تولایی و همکاران (سال ۱۳۹۱) با بررسی وضعیت بی‌خطر سازی زباله‌های عفونی و نوک‌تیز در ۱۲ بیمارستان تابعه دانشگاه علوم پزشکی مشهد نشان دادند ۶۶/۶٪ بیمارستان‌ها مجهز به سیستم اتوکلاو جهت بی‌خطر سازی، ۱۶/۶۷٪ بیمارستان‌ها فاقد اتوکلاو و در ۱۶/۶۷٪ بیمارستان‌ها نیز دستگاه خریداری شده بود، اما مورد بهره‌برداری و استفاده قرار نگرفته بود (۱۵). در مطالعه محمد هادی دهقانی و همکاران (سال ۱۳۸۸)، ۲۰٪ از بیمارستان‌های شهر اراک از زباله‌سوز و ۶۰٪ نیز از اتوکلاو برای بی‌خطر سازی پسماندهای بیمارستانی استفاده می‌کردند (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 شهرداری‌ها، دهیاری‌ها و بخش‌های می‌باشد (۱۷). براساس "ماده ۶۴ ضوابط و روش‌های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته" مصوبه شماره

با توجه به نتایج آزمون دقیق فیشر، با ۹۵٪ اطمینان می‌توان گفت بین محل قرارگیری اندیکاتور میکروبی و ناپودی اسپورها، بین زمان بی‌خطر سازی و ناپودی 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، هیچ‌گونه 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 سیکل‌های 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 بی‌خطر می‌ساخت. 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 بی‌خطر سازی در هر شیفت کاری، ۴۱۲/۸ کیلوگرم اعلام شد. در بیمارستان B به‌طور متوسط، ۱۴۵ کیلوگرم پسماند عفونی تولید می‌شد و دستگاه روزانه در ۳ سیکل فعال بود. زمان هر سیکل با در نظر گرفتن زمان بارگیری، نصب کیسه‌ها 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 بی‌خطر سازی در هر شیفت کاری، ۱۲۹/۶ کیلوگرم بود.

با توجه به اینکه در بیمارستان A ظرفیت بی‌خطر 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 می‌شد. لازم به ذکر است هر دو دستگاه موجود در این بیمارستان به‌طور همزمان توسط یک اپراتور قابل راهبری بود. در بیمارستان B نیز با توجه به اینکه ظرفیت بی‌خطر 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 بی‌خطر ساز بیمارستان B

۱۵۸۷۱/ت ۳۸۴۵۹ ک مورخ ۱۳۸۷/۲/۸ هیأت محترم دولت "موضوع ماده ۱۱ قانون مدیریت پسماندها"، بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی و تیز برنده باید توسط مراکز عمده تولید کننده پسماند پزشکی ویژه (مانند بیمارستان‌ها) و در شهرهای متوسط و بزرگ در محل تولید انجام شود تا مخاطرات ناشی از حمل و نقل و هزینه‌های مربوطه به حداقل برسد. در شهرهای کوچک، روستاها و مراکز کوچک نیز پسماندها در سایت مرکزی بی‌خطر می‌شوند (۱۸). در سالهای اخیر با تصمیمات اتخاذ شده در وزارت بهداشت، تمامی بیمارستان‌ها ملزم به خریداری و راه‌اندازی دستگاه بی‌خطر ساز غیرسوز بوده و پسماندهای خطرناک تولیدی بایستی توسط بیمارستان امحا گردند، در غیر این صورت گواهی‌نامه ارزشیابی سالیانه بیمارستان صادر نخواهد شد. با توجه به قوانین و دستورالعمل‌های اشاره شده و مطالعات صورت گرفته در سایر شهرهای کشور، بی‌خطر سازی پسماندهای بیمارستانی در شهر قم، شرایط مطلوبی نداشته و توجه هرچه بیشتر مسئولین بیمارستان‌ها و دانشگاه علوم پزشکی قم را می‌طلبد. در مطالعه حاضر، از مجموع ۶۰ نمونه اخذ شده از سه دستگاه بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی فعال در شهر قم، ۵۷ مورد (۹۵٪) از نمونه‌ها، منفی و ۳ مورد (۵٪)، مثبت بود. در مطالعه انجام شده توسط ملکوتیان و همکاران بر روی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند در بیمارستان‌های آموزشی شهر کرمان و سیرجان (سال ۱۳۹۲)، ۸۴٪ از دستگاه‌ها 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 نمونه‌ها را مطلوب ارزیابی کردند (۲۰). آقاپور خامنه و همکاران در شهر تهران، کارکرد دستگاه‌ها 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 بی‌خطر 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 دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند بیمارستانی در اصفهان، نتایج تست‌های TST (دما، بخار، زمان) و اسپور در تمامی موارد، منفی بود که بیانگر موفقیت پروسه بی‌خطر سازی می‌باشد (۲۲).

همچنین علی‌اصغر فرشاد و همکاران در مطالعه خود روی دستگاه‌های غیرسوز در بیمارستان‌های شهر تهران در اتوکلاو بدون خردکن در ۵۰٪ از نمونه‌ها و در هیدروکلاو در ۲۰٪ از نمونه‌ها، رشد میکروبی مشاهده کردند. در سیستم حرارت خشک و اتوکلاو با خردکن، هیچ رشد میکروبی مشاهده نشد (۵). در مطالعه ذبیح‌اله یوسفی و همکاران در خصوص دستگاه‌های امحای پسماندهای عفونی در استان مازندران، در طی مطالعه از ۵۶ نمونه برداری میکروبی از پسماند خروجی دستگاه، ۴۸ مورد نمونه‌ها، منفی و ۶ مورد استاف کواگولاز/پیدرمیدیس و ۲ مورد باسیل گرم مثبت سوبتلیس رشد کرد و از ۱۶ تست بیولوژیک به‌کار گرفته شده، پاسخ عدم رشد دریافت گردید (۷). نتایج ارزیابی دستگاه‌های بی‌خطر ساز در شهر قم، نشان‌دهنده کارآیی مناسب‌تر آنها نسبت به دستگاه‌های مورد مطالعه توسط ملکوتیان، میرانزاده، آقاپور خامنه، Linscott و Tiller می‌باشد، اما نسبت به دستگاه‌های مورد بررسی توسط فردوسی، فرشاد، یوسفی؛ کارآیی ضعیف‌تری دارد (۵، ۷، ۸، ۱۹-۲۲). با توجه به پایش‌های انجام شده، تمامی تست‌های بیولوژیک مربوط به پایش دستگاه بی‌خطر ساز بیمارستان B، نتیجه مطلوبی داشت و هیچ رشد اسپوری در هیچ‌یک از حالات مختلف آزمون مشاهده نشد و در بیمارستان A نیز تقریباً ۹۴٪ از تست‌های بیولوژیک، نتیجه مطلوبی داشت و در ۶٪ از موارد، اسپورها پس گذراندن سیکل بی‌خطر 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 اندیکاتورهایی که در شرایط فوق قرار گرفته بودند، رشد اسپور مشاهده گردید. هرچند با در نظر گرفتن آزمون‌های آماری هیچ‌یک از پارامترهای بارگذاری، دما و محل قرارگیری اندیکاتور به تنهایی تعیین کننده نابودی اسپورها نیستند، اما هر سه پارامتر در کنار هم، مشخص کننده ضعیف‌ترین حالت بهره‌برداری دستگاه در حالت G می‌باشند.

در مطالعه میرانزاده و همکاران (سال ۱۳۸۹) بر روی دستگاه اتوکلاو بیمارستان شهید بهشتی کاشان، نتایج آزمون آماری نشان داد ارتباط معنی‌داری بین نوع بسته‌بندی زباله‌ها، نوع بارگذاری دستگاه و عملکرد سترون‌سازی زباله‌ها وجود ندارد که این مورد

همچنین با در نظر گرفتن شیفت کاری ۸ ساعته، در بیمارستان‌های A و B به ترتیب ۴۱۲/۸ و ۱۲۹/۶ کیلوگرم پسماند در هر شیفت به وسیله هر دستگاه قابل‌امحا 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 بی‌خطر 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 می‌باشد. لازم به ذکر است هر دو دستگاه موجود در این بیمارستان به‌طور همزمان توسط یک اپراتور قابل‌راهبری بوده است. در بیمارستان B با توجه به اینکه ظرفیت بی‌خطر 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 می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

دستگاه مورد استفاده در بیمارستان B، با وجود معایبی چون گیر کردن، خرابی تیغه‌ها و زمان طولانی هر سیکل به علت ساخت در داخل کشور، و به طبع آن هزینه خریداری، نگهداری پایین‌تر و نتایج مطلوب در حذف پاتوژن‌ها به عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شود. تجهیز تمامی بیمارستان‌های استان به دستگاه‌های بی‌خطر ساز با توجه به الزامات قانونی و اهمیت آنها در تأمین محیط زیست سالم و ارتقای سلامت جامعه، اجتناب‌ناپذیر است. همچنین با در نظر گرفتن دستگاه رزرو برای هر بیمارستان می‌توان از انباشت پسماندها و یا دفع غیراصولی آنها در زمان خرابی دستگاه اصلی و یا در شرایط اضطراری جلوگیری کرد. همچنین با توجه به اینکه مطالعه اخیر، تنها عملکرد میکروبی دستگاه‌ها را مورد بررسی قرار داده است، انجام مطالعاتی در خصوص کیفیت هوای خروجی، کیفیت پساب، آلودگی صوتی و بو ناشی از دستگاه‌های بی‌خطر ساز، ضروری به نظر می‌رسد.

با نتیجه مطالعه حاضر همخوانی داشت، درحالی‌که بین عملکرد دستگاه و متغیر دما - زمان، ارتباط معنی‌داری وجود داشت ( $p < 0.05$ )، که نشان‌دهنده تأثیر دما و زمان در فشار ثابت برای فرآیند سترون‌سازی زباله‌ها بود. همچنین بهترین شرایط بهره‌برداری از دستگاه اتوکلاو زباله‌های 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 آلودگی‌زدایی از پسماندهای بیولوژیک آزمایشگاهی توسط اتوکلاو به این نتیجه دست یافتند که انتقال گرما هنگامی که حجم کوچک‌تری 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 بی‌خطر سازی پسماندهای پزشکی به این نتایج رسیدند که با افزایش زمان تماس و دما، تعداد باکتری‌های باقیمانده نیز کاهش می‌یابد (۲۴). این درحالی است که در مطالعه حاضر ارتباط معنی‌داری بین زمان و نابودی اسپورها در دما و فشار ثابت مشاهده نشد.

با توجه به اینکه عملیات سترون‌سازی 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 می‌گردد جهت اطمینان از تکمیل فرآیند سترون‌سازی در بیمارستان A، از زمان ۳۰ دقیقه و یا بهره‌برداری دستگاه، در شرایط نیمه‌پر استفاده شود که با توجه به اقتصادی نبودن بهره‌برداری در شرایط نیمه‌پر، 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 بی‌خطر ساز بیمارستان B، مناسب‌تر از بیمارستان A ارزیابی می‌شود.

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



## 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). 16<sup>th</sup> 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. 2<sup>nd</sup> 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. 13<sup>th</sup> 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. 16<sup>th</sup> 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. 16<sup>th</sup> 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. 16<sup>th</sup> 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.