

## Original article

## Quantitative Evaluation of Medical Waste and Their Sterilization Equipment in Hospitals of Iran University of Medical Sciences in 1394

Ahmad Jinidi Jafari<sup>1</sup>Niloufar Bahari<sup>2\*</sup>Aliakbar Noroozi<sup>3</sup>

- 1- Professor, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 2- MSc in Environmental Health Engineering, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 3- Environmental Health Officer of Vice-Chancellor for Healthcare, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding author: Niloufar Bahari,  
Iran University of Medical Sciences,  
Tehran, Iran

Email: bahari.nilou@gmail.com

Received: 22 October 2018

Accepted: 25 March 2019

### ABSTRACT

**Introduction and purpose:** The efficient hospital waste management requires a detailed knowledge of the quantity and type of medical centers generated waste. The most important factor in planning and management of hospital waste is the estimation of the generated waste. It is worth mentioning here that modern methods of waste disposal are necessary, due to the harmful potential of medical waste.

**Methods:** A total of 62 hospital under the supervision of Iran University of Medical Science were studied. The data were obtained from waste self-reporting form, the results of biological and chemical tests, and calibration result of medical waste sterilization equipment. It should be noted that the hospitals were divided into three groups of state (H1), private(H2), and the other hospitals (H3) to facilitate the process of study. Thereafter, the obtained data were analyzed in Excel 2013.

**Results:** Waste generation rate (kg/bed. Day) is 4.09, 4.12, and 4.9, in state, private, and the other hospitals, respectively. Based on the results, all hospitals except the four psychiatry hospitals were equipped with the medical waste sterilization equipment (e.g., autoclave, hydroclave, chemiclave, and dry heat). In addition, all H1, H3, and 98% of H2 used biological indicators. Furthermore, all H2, H3 and 91.6% of H1, used chemical indicators. Biological supervision of the hospitals showed the positive and desired results with indicating no microbial growth in 76.4%, 86.4%, and 56.2% of H1, H2, and H3, respectively.

**Conclusion:** According to the results of the research and other similar studies, the process of waste generation and separation, as well as the performance of the waste sterilization equipment need further optimization.

**Keywords:** Chemical and biological indicators, Hospital waste generation per capita, Infectious Waste, Infectious Waste sterilizer equipment,

► **Citation:** Jinidi Jafari A, Bahari N, Noroozi A. Quantitative Evaluation of Medical Waste and Their Sterilization Equipment in Hospitals of Iran University of Medical Sciences in 1394. Journal of Health Research in Community. Spring 2019;5(1): 15-26.

## مقاله پژوهشی

## بررسی کمیته پسماندهای بیمارستانی و بازرسی عملکرد تجهیزات بی خطر سازی آن‌ها در بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی ایران در سال ۱۳۹۴

## چکیده

احمد جنیدی جعفری<sup>۱</sup>  
نیلوفر بهاری<sup>۲\*</sup>  
علی اکبر نوروزی<sup>۳</sup>

۱. استاد دانشگاه و عضو هیأت علمی، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران  
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران  
۳. کارشناس مسئول بهداشت محیط، معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ایران

\* نویسنده مسئول: نیلوفر بهاری، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

Email: bahari.nilou@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۰۵

**مقدمه و هدف:** شناخت دقیق مقدار و نوع پسماندهای تولیدی در مراکز بهداشتی- درمانی به منظور مدیریت صحیح پسماندهای بیمارستانی مهم می‌باشد. مهم‌ترین اصل در برنامه‌ریزی و مدیریت پسماندهای بیمارستانی، برآورد مقدار تولید پسماند می‌باشد. شایان ذکر است که به دلیل پتانسیل آسیب‌زایی پسماندهای پزشکی، استفاده از روش‌های نوین دفع ضروری می‌باشد.

**روش کار:** در پژوهش حاضر ۶۲ بیمارستان تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی ایران بررسی گردیدند. در این مطالعه تمامی اطلاعات از طریق فرم‌های خوداظهاری پسماند، نتایج آزمون‌های بیولوژیکی و شیمیایی و کالیبراسیون تجهیزات بی خطر ساز پسماند بیمارستانی به دست آمدند. شایان ذکر است که در راستای انجام این مطالعه، بیمارستان‌ها به منظور سهولت بررسی به سه گروه بیمارستان دولتی، خصوصی و سایر بیمارستان‌ها (وابسته به سایر ارگان‌ها) تقسیم شدند و داده‌های به دست آمده مورد بررسی قرار گرفتند. **یافته‌ها:** سرانه تولید پسماند در بیمارستان‌های خصوصی معادل ۴/۰۹، در بیمارستان‌های دولتی برابر با ۴/۱۲ و در سایر بیمارستان‌ها معادل ۴/۹ کیلوگرم به ازای هر تخت در روز می‌باشد. بر مبنای نتایج، تمام بیمارستان‌ها به جز چهار بیمارستان روان پزشکی، مجهز به تجهیزات بی خطر ساز پسماند (اتو کلاو، هیدرو کلاو، کمی کلاو و حرارت خشک) بودند. همچنین بیمارستان‌های دولتی، سایر بیمارستان‌ها و ۹۸ درصد از بیمارستان‌های خصوصی از اندیکاتور بیولوژیکی استفاده می‌کردند. علاوه بر این تمام بیمارستان‌های خصوصی، سایر بیمارستان‌ها و ۹۱/۶ درصد از بیمارستان‌های دولتی از اندیکاتور شیمیایی استفاده می‌نمودند. پایش بیولوژیکی ۸۶/۴ درصد از بیمارستان‌های خصوصی، ۷۶/۴ درصد از بیمارستان‌های دولتی و ۵۶/۲ درصد از سایر بیمارستان‌ها، هیچ گونه رشد میکروبی را نشان نداد که این امر همان نتیجه مطلوب و مورد انتظار می‌باشد.

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و مطالعات مشابه، فرایند تولید و تفکیک پسماند و عملکرد تجهیزات بی خطر ساز، نیازمند بهینه‌سازی می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** اندیکاتور شیمیایی و بیولوژیکی، پسماند عفونی تجهیزات بی خطر ساز پسماند عفونی، سرانه تولید پسماند بیمارستانی

◀ **استاد:** جنیدی جعفری، احمد؛ بهاری، نیلوفر؛ نوروزی، علی اکبر. بررسی کمیته پسماندهای بیمارستانی و بازرسی عملکرد تجهیزات بی خطر سازی آن‌ها در بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی ایران در سال ۱۳۹۴. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، بهار ۱۳۹۸؛ ۵(۱): ۲۶-۱۵.

## مقدمه

مدیریت پسماند جامد بیمارستانی به مجموعه‌ای از مقررات منسجم اطلاق می‌گردد که بر مراحل مختلف مدیریت پسماند

هر تخت در روز بوده و در کشورهای با درآمد پایین برابر با ۰/۲ کیلوگرم به ازای هر تخت در روز می‌باشد؛ اما به دلیل عدم توجه کافی به مقوله تفکیک صحیح و کاهش تولید پسماند، این میزان به مراتب بیشتر است [۶]. در این راستا، مطالعاتی در مورد سرانه پسماندهای تولیدی در بیمارستان‌ها انجام شده است؛ به عنوان مثال در استان خراسان جنوبی ۱/۱ کیلوگرم سرانه پسماند عفونی به ازای هر تخت [۷]، در شهر زنجان نزدیک به ۱ کیلوگرم [۳] و در پنج بیمارستان مورد مطالعه در سال ۱۳۸۹ در تهران معادل ۲/۳ کیلوگرم [۸] می‌باشد. این میزان در ایالات متحده آمریکا برابر با ۲/۷۹، در تایوان معادل ۰/۶، در برزیل برابر با ۰/۵۷، در آفریقای جنوبی معادل ۱/۲۴، در بلغارستان برابر با ۰/۴ و در ویتنام معادل ۰/۳ کیلوگرم به ازای هر تخت در روز گزارش شده است [۹]. با توجه به اهمیت موضوع بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی، نتایج مطالعه‌ای که در ارتباط با ۴۵ بیمارستان در شهر تبریز انجام شد، حاکی از آن بودند که ۲۰ درصد از بیمارستان‌ها فاقد تجهیزات بی‌خطر سازی پسماند می‌باشند [۱۰]. همچنین در پژوهش مشابهی در بیمارستان‌های شهر گیلان، نشان دادند که بیشتر بیمارستان‌ها دارای تجهیزات بی‌خطر سازی می‌باشند؛ اما بیشتر این تجهیزات عملکرد صحیحی ندارند [۱۱]. علاوه بر این، عملکرد تجهیزات بی‌خطر ساز توسط اندیکاتورها و آزمون‌های مربوطه در شهر کرمان مورد بررسی قرار گرفت که بر مبنای نتایج، بیشتر تجهیزات از نظر عملکرد مکانیکی، شیمیایی و میکروبی وضعیت مطلوبی داشتند [۴]. در کشورهای مختلف دنیا از روش‌های مختلفی برای دفع پسماندهای عفونی استفاده می‌شود. در این ارتباط در الجزایر، بنگلادش، نیجریه، لیبی و مصر از روش تلنار روباز و سوزاندن و در کشورهای نظیر مغولستان، بحرین، کره، فلسطین و کشورهای جنوب آفریقا علاوه بر روش‌های فوق از روش‌های دفن بهداشتی، اتوکلاو و گندزدایی حرارتی استفاده می‌شود [۱۲]. طی بررسی‌های انجام شده توسط سازمان جهانی بهداشت و یونسف در سال ۲۰۱۵، بیش از نیمی از ۲۴ کشور مطالعه شده دارای تجهیزات

(تولید، نگهداری، جمع‌آوری، حمل و نقل، بازیافت و دفع) نظارت دارد. باید خاطر نشان ساخت که این اصول منطبق بر حفظ بهداشت عمومی، اقتصاد و حفاظت از محیط زیست می‌باشند [۱]. براساس تعریفی که WHO (World Health Organization) از پسماند بیمارستانی ارائه داده است، به آن دسته از زائدات تولیدی در فرایند تشخیص، درمان و سایر فعالیت‌های پژوهشی و یا آزمایشات بیولوژی، پسماند بیمارستانی گفته می‌شود [۲]. با وجود اینکه تنها ۱ تا ۲ درصد از مواد زائد جامد شهری، پسماند بیمارستانی می‌باشد؛ اما همین مقدار از پتانسیل خطر زایی بسیار بالایی برخوردار است [۱]. پسماندهای پزشکی به دو گروه کلی (شبه‌خانگی و پزشکی) تقسیم می‌شوند و شامل: پسماند عفونی، دارویی، اجسام نوک تیز و برنده، شیمیایی، ژنوتوکسیک، ظروف تحت فشار، رادیواکتیو، فلزات سنگین و پسماندهای حاصل از آزمایشگاه‌های تشخیص طبی می‌باشند [۳]. عوامل مؤثر در میزان تولید این پسماندها به عوامل متعددی از جمله اندازه بیمارستان، نوع خدمات عمومی و تخصصی پزشکی و تعداد بیماران مراجعه کننده و بستری شده بستگی دارد [۲]. در مراکز بهداشتی- درمانی به ویژه بیمارستان‌ها، تقریباً ۷۵ تا ۹۰ درصد از پسماندهای تولیدی، پسماندهای شبه‌خانگی هستند که در بخش‌های اداری یا آشپزخانه‌ها تولید می‌شوند. پسماندهای خطرناک نیز شامل ۱۰ تا ۲۵ درصد باقی مانده از پسماندهای تولیدی هستند و با توجه به اینکه به طور بالقوه احتمال آلوده بودن به مواد عفونی و خطرناک نظیر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، ویروس HIV و هپاتیت B و C، آنتی‌بیوتیک‌ها، داروهای ضد سرطان، فلزات سنگین و غیره وجود دارد، این پسماندها را به روش‌های مختلفی از جمله سوزاندن، دفن بهداشتی، استریلیزاسیون، پرتو دهی، کپسوله کردن، خنثی سازی و غیره بی‌خطر می‌نمایند [۴، ۵]. براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، سرانه تولید پسماند عفونی در کشورهای با درآمد بالا معادل ۰/۵ کیلوگرم به ازای

مناسب به منظور دفع مطلوب پسماندهای عفونی بوده‌اند [۶].

در این راستا، مطالعه حاضر در ارتباط با بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی ایران و به منظور بررسی کمی پسماند تولیدی و کیفیت تجهیزات بی خطر ساز پسماندهای عفونی، تیز و برنده مورد استفاده در بیمارستان‌ها انجام شده است.

## روش کار

پژوهش توصیفی - مقطعی حاضر در ارتباط با ۶۲ بیمارستان تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی ایران در سال ۱۳۹۴ انجام شده است. مناطق تحت پوشش این دانشگاه شامل: مناطق ۲، ۵، ۶، ۹، ۱۸، ۲۱، ۲۲ تهران و محدوده‌های شهریار، رباط کریم، ملارد، شهر قدس و بهارستان می‌باشد.

جامعه آماری مورد نظر جهت سهولت بررسی به سه بخش تقسیم گردید. بیمارستان‌هایی که به صورت خصوصی اداره می‌شدند، تحت عنوان بخش خصوصی (که بخش عمده بیمارستان‌های این منطقه را تشکیل می‌دهند)، بیمارستان‌هایی که وابسته به دانشگاه علوم پزشکی ایران بودند تحت عنوان بخش دولتی و بیمارستان‌های وابسته به تأمین اجتماعی، بنیاد شهید، شاهد، خیریه و نیروهای مسلح به دلیل معدود بودن در یک دسته و تحت عنوان سایر بیمارستان‌ها دسته‌بندی شدند. اطلاعات مورد نیاز از تمام بیمارستان‌های مورد مطالعه از طریق فرم‌های خوداظهاری پسماند و همچنین نتایج کالیبراسیون و آزمون‌های شیمیایی و بیولوژیکی تجهیزات بی خطر ساز پسماند که توسط شرکت‌های معتمد سازمان حفاظت محیط زیست انجام شده و به معاونت بهداشتی دانشگاه مذکور ارسال گردیده بودند، جمع‌آوری گردیده است.

میزان پسماند در اکثر بیمارستان‌ها به روش توزین روزانه بررسی شد و در موارد معدودی برای محاسبه آن‌ها از روش توزین مقطعی یا شمارش تعداد مخازن استفاده گردید. در ادامه، میزان پسماند به تفکیک چهار گروه پسماند تولید شده پس از توزین،

ثبت شده و تمام مقادیر به دست آمده به صورت میانگین روزانه در طول سال ۱۳۹۴ ملاک مقایسه و بررسی قرار گرفت.

به منظور مقایسه چگونگی مدیریت پسماند به لحاظ کمی و کیفی در سه گروه بیمارستان مورد مطالعه (خصوصی، دولتی و سایر بیمارستان‌ها)، اطلاعات هر سه گروه جداگانه و بدون در نظر گرفتن نوع فعالیت بیمارستان (عمومی، تخصصی، تک تخصصی و روان پزشکی) مورد بررسی قرار گرفت.

شایان ذکر است که آزمایش میکروبی دستگاه‌های بی خطر ساز پسماند توسط شرکت‌های معتمد محیط زیست و مطابق با ضوابط موجود انجام می‌شود و کالیبراسیون تجهیزات نیز به صورت سالانه صورت گرفته و نتایج آن ثبت می‌گردد.

برای بررسی صحت عملکرد فیزیکی دستگاه از نظر فشار و نفوذ بخار از آزمون‌های شیمیایی برای هر سیکل کاری دستگاه استفاده می‌گردد و برای بررسی عملکرد بی خطر سازی و استریلیزاسیون نیز از آزمون‌های میکروبی باسیلوس استئاروترموفیلوس به صورت هفتگی و حداکثر به صورت ماهانه استفاده می‌شود که بر حسب نوع دستگاه بی خطر ساز، نوع آزمون مورد استفاده متفاوت می‌باشد. عدم رشد میکروارگانیسم در آزمون میکروبی، نتیجه مطلوب و مورد نظر می‌باشد [۱۳].

شایان ذکر است که سایر اطلاعات از جمله تعداد تخت‌های فعال، نوع و میزان پسماند تولیدی و اطلاعات مربوط به نوع و عملکرد دستگاه‌های بی خطر ساز پسماند بیمارستانی توسط چک لیست مصوب وزارت بهداشت ابلاغ شده به بیمارستان‌ها به دست آمده است.

## یافته‌ها

میانگین سرانه تولید پسماند عفونی به ازای هر تخت در روز در بیمارستان‌های خصوصی معادل ۰/۴۸، در بیمارستان‌های دولتی برابر با ۱/۵۴ و در سایر بیمارستان‌ها معادل ۱/۳۱ کیلوگرم می‌باشد.

خصوصی (اتوکلاو ۷۸/۵۷ درصد، کمی کلاو ۷۶/۹۲ درصد، هیدروکلاو ۱۰۰ درصد و دستگاه گرمای خشک ۵۰ درصد) و سایر بیمارستان‌ها (اتوکلاو ۷۵ درصد و کمی کلاو ۱۰۰ درصد) نسبت به بیمارستان‌های دولتی، تناسب بهتری بین پسماند عفونی تولیدی و ظرفیت تجهیزات بی‌خطر ساز پسماند برقرار می‌باشد. نتایج بررسی تناسب بین ظرفیت تجهیزات و میزان پسماند عفونی تولیدی در جدول ۴ نشان داده شده است.

استفاده از ثبات‌ها، اندیکاتورهای شیمیایی و میکروبی و انجام کالیبراسیون سالانه از جمله مواردی هستند که به پیش عملکرد تجهیزات کمک می‌کنند. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، در گروه سایر بیمارستان‌ها ۱۰۰ درصد از تجهیزات دارای ثبات بوده‌اند و در این بیمارستان‌ها در اکثر تجهیزات بی‌خطر ساز از اندیکاتور بیولوژیکی و شیمیایی استفاده می‌شود. نتایج پیش بیولوژیکی و کالیبراسیون تجهیزات در جدول ۶ ارائه شده است.

مقایسه نتایج میانگین داده‌ها بر حسب اجزای پسماند تولیدی بر حسب کیلوگرم در جدول ۱ و بر حسب درصد در جدول ۲ نشان داده شده است.

پسماندهای عفونی تولیدشده به واسطه تجهیزات بی‌خطر ساز نظیر اتوکلاو، هیدروکلاو، کمی کلاو (شیمیایی) و حرارت خشک، بی‌خطر شده و به همراه پسماندهای عادی از بیمارستان خارج می‌گردند. اتوکلاو در ۴۲/۴۲ درصد از بیمارستان‌های خصوصی، ۶۰ درصد از بیمارستان‌های دولتی و ۸۰ درصد از سایر بیمارستان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ در نتیجه در میان چهار نوع دستگاه ذکر شده، دارای بیشترین کاربرد در بیمارستان‌های مورد مطالعه می‌باشد. اطلاعات مربوط به انواع تجهیزات بی‌خطر ساز پسماند در جدول ۳ ارائه شده است. پس از بررسی تناسب بین میزان پسماند عفونی تولیدی و ظرفیت تجهیزات بی‌خطر ساز پسماند چنین نتیجه‌گیری گردید که در بیمارستان‌های

جدول ۱: اجزای پسماند تولیدی در بیمارستان‌ها بر حسب نوع بیمارستان (کیلوگرم در روز)

نوع مالکیت بیمارستان	تعداد	درصد بیمارستان‌ها بر حسب نوع مالکیت	تعداد کل تخت‌های فعال	تخت فعال بر حسب درصد	کل پسماندهای تولیدی در بیمارستان	میزان پسماند های عادی	میزان پسماندهای عفونی، نوک تیز و برنده	میزان تولیدی به ازای هر تخت فعال	میزان پسماند عادی به ازای هر تخت فعال	میزان پسماند های عفونی، نوک تیز و برنده
بیمارستان خصوصی	۳۶	۵۸/۰۷	۴۵۰۸	۴۳/۸	۱۸۴۵۸	۱۰۸۶۵	۶۶۸۸	۴/۰۹	۲/۴۱	۱/۴۸
بیمارستان دولتی	۱۶	۲۵/۸۰	۳۵۷۴	۳۴/۷۳	۱۴۷۳۱	۸۹۶۵	۵۵۲۳	۴/۱۲	۲/۵	۱/۵۴
سایر بیمارستان‌ها	۱۰	۱۶/۱۳	۲۲۱۰	۲۱/۴۷	۱۰۸۴۷/۵	۷۲۲۷/۵	۲۹۱۴	۴/۹	۳/۲۷	۱/۳۱
جمع	۶۲	۱۰۰	۱۰۲۹۲	۱۰۰	۴۴۰۳۶/۵	۲۷۰۵۷/۵	۱۵۱۲۵	-	-	-

جدول ۲: اجزای پسماند تولیدی در بیمارستان‌ها بر حسب درصد

نوع مالکیت بیمارستان	کل پسماندهای عادی تولیدی (درصد)	کل پسماندهای عفونی، نوک تیز و برنده (درصد)	کل پسماندهای عادی به ازای هر تخت (درصد)	کل پسماند عفونی، نوک تیز و برنده (درصد)
بیمارستان خصوصی	۵۸/۸۶	۳۶/۲۳	۵۸/۹۲	۳۶/۱۸
بیمارستان دولتی	۶۰/۸۵	۳۷/۴۹	۶۰/۶۷	۳۷/۳۷
سایر بیمارستان‌ها	۶۴/۶۲	۳۵/۰۷	۶۶/۷۳	۲۷/۱۴

جدول ۳: انواع سیستم‌های بی خطر ساز پسماند توسط بیمارستان‌های خصوصی، دولتی و سایر بیمارستان‌ها

نوع سیستم بی خطر ساز پسماند	بیمارستان خصوصی		بیمارستان دولتی		سایر بیمارستان‌ها	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
اتوکلاو	۱۴	۴۲/۴۲	۹	۶۰	۸	۸۰
هیدروکلاو	۲	۶/۰۶	۲	۱۳/۳۳	۰	۰
کمی کلاو	۱۳	۳۹/۴	۳	۲۰	۲	۲۰
گرمای خشک	۴	۱۲/۱۲	۱	۶/۶۷	۰	۰
جمع	۳۳*	۱۰۰	۱۵*	۱۰۰	۱۰	۱۰۰

\*تعدادی از بیمارستان‌ها (روان‌پزشکی) که به دلیل مقدار بسیار کم پسماند عفونی، فاقد دستگاه بی خطر ساز هستند و از دستگاه بی خطر ساز سایر بیمارستان‌ها استفاده می‌کنند.

جدول ۴: بررسی تناسب بین میزان پسماند عفونی تولیدی و ظرفیت تجهیزات بی خطر ساز پسماند در هر روز بر حسب درصد

نوع تجهیزات	بیمارستان خصوصی			بیمارستان دولتی			سایر بیمارستان‌ها		
	اتوکلاو	کمی کلاو	هیدروکلاو	اتوکلاو	کمی کلاو	هیدروکلاو	اتوکلاو	کمی کلاو	هیدروکلاو
بیمارستان‌هایی که در آن‌ها حجم پسماند تولیدی و ظرفیت تجهیزات متناسب است	۷۸/۵۷	۷۶/۹۲	۱۰۰	۴۴/۴۴	۳۳/۳۳	۱۰۰	۷۵	۱۰۰	-
بیمارستان‌هایی که در آن‌ها حجم پسماند تولیدی و ظرفیت تجهیزات متناسب نیست	۲۱/۴۳	۲۳/۰۸	۰	۵۵/۵۶	۶۶/۶۷	۰	۲۵	۰	-

جدول ۵: بررسی کاربرد اندیکاتورهای شیمیایی و بیولوژیکی در تجهیزات بی خطر ساز بر حسب درصد

نوع تجهیزات	مالکیت بیمارستان								
	بیمارستان خصوصی			بیمارستان دولتی			سایر بیمارستان‌ها		
	درصد استفاده از اندیکاتور بیولوژیکی	درصد استفاده از اندیکاتور شیمیایی	درصد استفاده از اندیکاتور شیمیایی	درصد استفاده از اندیکاتور بیولوژیکی	درصد استفاده از اندیکاتور شیمیایی	درصد استفاده از اندیکاتور بیولوژیکی	درصد استفاده از اندیکاتور شیمیایی	درصد استفاده از اندیکاتور بیولوژیکی	درصد استفاده از اندیکاتور شیمیایی
اتوکلاو	۹۲/۸۵	۱۰۰	۸۸/۸۸	۱۰۰	۶۶/۶۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
شیمیایی	۱۰۰	۹۲/۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
هیدروکلاو	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-
حرارت خشک	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-

دولتی ۵/۶۲ روز بود. همچنین بیشترین مقدار پسماند عفونی بی‌خطر نشده در هر بار خرابی برای دستگاه اتوکلاو و گرمای خشک در بیمارستان‌های خصوصی به ترتیب ۱۲۴۴/۴۷ و ۶۲۸/۷۸ کیلوگرم، برای دستگاه کمی کلاو در سایر بیمارستان‌ها معادل ۶۶۵ کیلوگرم و برای دستگاه هیدرو کلاو در بیمارستان‌های دولتی برابر با ۳۴۸۷/۵ کیلوگرم به دست آمد. نتایج مورد نظر در جداول ۷ و ۸

متغیر آخری که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، میزان تعداد دفعات خرابی تجهیزات بی‌خطر ساز پسماند و فراوانی آن در هریک از گروه‌های مورد بررسی بود. بر مبنای نتایج، میانگین تعداد روزهای خواب دستگاه اتوکلاو و حرارت خشک در بیمارستان‌های خصوصی به ترتیب ۴/۸۲ و ۲/۱۱ روز، کمی کلاو در سایر بیمارستان‌ها هفت روز و هیدرو کلاو در بیمارستان‌های

جدول ۶: بررسی نتایج کالیبراسیون و نتایج پایش بیولوژیکی تجهیزات بی‌خطر ساز پسماند در سه گروه بیمارستان مورد مطالعه\*\*\*

نوع تجهیزات	مالکیت بیمارستان					
	بیمارستان خصوصی		بیمارستان دولتی		سایر بیمارستان‌ها	
	درصد تجهیزات کالیبره شده	درصد تجهیزاتی که نتیجه پایش بیولوژیک آن‌ها منفی بود	درصد تجهیزات کالیبره شده	درصد تجهیزاتی که نتیجه پایش بیولوژیک آن‌ها منفی بود	درصد تجهیزات کالیبره شده	درصد تجهیزاتی که نتیجه پایش بیولوژیک آن‌ها منفی بود
اتوکلاو	۵۷/۱۴	۵۷/۷۸	۷۷/۷۸	۸۸/۸۸	۵۰	۶۲/۵
شیمیایی	۸۴/۶۱	۹۲/۳	۶۶/۶۶	۶۶/۶۶	۵۰	۵۰
هیدرو کلاو	۱۰۰	۱۰۰	۵۰	۵۰	-	-
حرارت خشک	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۰۰	-	-

جدول ۷: بررسی میزان خرابی انواع سیستم‌های بی‌خطر ساز پسماند در سه گروه بیمارستان مورد مطالعه در طول یک سال

نوع دستگاه	بیمارستان خصوصی												بیمارستان دولتی				سایر بیمارستان‌ها		
	تعداد دستگاه خرابی		میانگین تعداد روزهای خواب دستگاه در هر بار خرابی		تعداد دستگاه خرابی		میانگین تعداد روزهای خواب دستگاه در هر بار خرابی		تعداد دستگاه خرابی		میانگین تعداد روزهای خواب دستگاه در هر بار خرابی		تعداد دستگاه خرابی		میانگین تعداد روزهای خواب دستگاه در هر بار خرابی				
	تعداد	درصد	تعداد	میانگین	تعداد	درصد	تعداد	میانگین	تعداد	درصد	تعداد	میانگین	تعداد	درصد	تعداد	میانگین			
اتوکلاو	۱۴	۴۹	۴/۸۲	۲۵۸	۱۲۴۳/۵۶	۹	۲۷	۱/۰۴	۳۱۴/۳۴	۳۲۶/۹	۸	۲۳	۱/۸۲	۳۴۰/۳۷	۶۱۹/۴۷				
شیمیایی	۱۳	۲۰	۲/۵۴	۱۳۳	۳۳۷/۸۲	۳	۱۱	۱	۳۷۲/۶۶	۳۷۲/۶۶	۲	۸	۷	۹۵	۶۶۵				
گرمای خشک	۴	۱۴	۲/۱۱	۲۹۸	۶۲۸/۷۸	۱	۱۵	۱	۳۳۴	۳۳۴	-	-	-	-	-				
هیدرو کلاو	۲	۴	۱/۲۸	۷۵	۹۶	۲	۸	۵/۶۲	۶۲۰	۳۴۸۷/۵	-	-	-	-	-				
جمع	۳۳	۸۷	۶/۹۳	-	۲۳۰۶/۱۶	۱۵	۶۱	۸/۶۶	۱۶۴۱	۴۵۲۱/۰۶	۰۱	۳۱	۸۲/۸	۳۷/۴۳۵	۴۷/۱۲۸۴				

جدول ۸: بررسی فراوانی تعداد دفعات خرابی انواع سیستم‌های بی خطر ساز پسماند در سه گروه بیمارستان مورد مطالعه در طول یک سال

تعداد دفعات خرابی							نوع دستگاه
جمع	بیش از پنج بار خرابی در سال	چهار بار خرابی در سال	سه بار خرابی در سال	دو بار خرابی در سال	یک بار خرابی در سال	فاقد خرابی در سال	
۱۳	۳	۱	۱	۶	۲	۰	اتوکلاو
۳	۱	۰	۰	۲	۰	۰	هیدروکلاو
۱۳	۳	۱	۱	۵	۳	۰	کمی کلاو
۵	۱	۰	۱	۳	۰	۰	حرارت خشک
۹	۳	۱	۰	۳	۱	۱	اتوکلاو
۲	۱	۰	۱	۰	۰	۰	هیدروکلاو
۳	۱	۰	۰	۱	۱	۰	کمی کلاو
۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	حرارت خشک
۸	۲	۱	۱	۱	۱	۱	اتوکلاو
-	-	-	-	-	-	-	هیدروکلاو
۲	۱	۰	۰	۰	۱	۰	کمی کلاو
-	-	-	-	-	-	-	حرارت خشک

ارائه شده‌اند.

بین ۰/۱۴ تا ۱۰/۷ کیلوگرم محاسبه گردیده است [۹]. با توجه به ارقام ارائه شده، نرخ تولید پسماند بیمارستان‌ها در کشورهای مختلف و حتی در شهرهای گوناگون یک کشور متفاوت می‌باشد [۱]. عوامل مؤثر بر نرخ تولید پسماند به عوامل مختلفی از جمله وضعیت بیمارستان، نوع تجهیزات بیمارستانی، موقعیت مکانی و اجتماعی بیمارستان و نوع و کیفیت خدمات ارائه شده به بیماران بستگی دارد [۱]. تولید پسماندهای بیمارستانی در سال‌های اخیر به دلایل زیادی از جمله افزایش جمعیت، افزایش تعداد و تنوع مراکز بهداشتی-درمانی، بهبود خدمات بهداشتی و استفاده گسترده و فزاینده از تجهیزات پزشکی یک‌بار مصرف به شدت افزایش یافته است [۲، ۵]. از جمله راه کارهای ارائه شده در راستای کاهش تولید پسماند می‌توان به اصلاح الگوی خرید

## بحث و نتیجه گیری

بر اساس جدول ۱ می‌توان گفت که سرانه تولید پسماند در بیمارستان‌های خصوصی معادل ۴/۰۹، در بیمارستان‌های دولتی برابر با ۴/۱۲ و در سایر بیمارستان‌ها معادل ۴/۹ کیلوگرم به ازای هر تخت در روز می‌باشد. مطالعات مشابه انجام شده در مورد تعیین کمیت پسماند بیمارستانی در شهرهای مختلف کشور مقادیر ۴/۷۲ کیلوگرم، ۳/۴ کیلوگرم، ۳/۱۲ کیلوگرم و ۲/۴ کیلوگرم را نشان داده‌اند [۳، ۸، ۱۴، ۱۵]. در مطالعاتی که در این ارتباط در کشورهای مختلف دنیا انجام شده است نیز سرانه تولید پسماند

(خرید محصولات باکیفیت)، انبارداری (توجه به تاریخ تولید و مصرف مواد و وسایل)، ارائه خدمات و توزیع و مصرف مواد و وسایل در بیمارستان اشاره نمود. لازم به ذکر است که میزان تأثیر این موارد و موارد مشابه، به میزان نظارت و حمایت مدیران از فرایند مدیریت پسماند بیمارستانی بستگی دارد [۱۶].

بر اساس جدول ۱ می‌توان گفت که میزان پسماند عفونی در بیمارستان‌های خصوصی ۳۶/۱۸ درصد، در بیمارستان‌های دولتی ۳۷/۳۷ درصد و در سایر بیمارستان‌ها ۲۷/۱۴ درصد می‌باشد. در مطالعات مشابه نیز مقادیر ۴۱ درصد برای پسماندهای عفونی به دست آمده است [۳]. در این راستا بر اساس مطالعه انجام شده در سه شهر شمالی کشور، مقدار پسماند عفونی معادل ۴۲/۷ درصد به دست آمد [۱۷]. همچنین در سال ۱۳۹۴ در یزد، این میزان معادل ۳۶/۷۵ درصد حاصل شد که مشابه با مقادیر به دست آمده از پژوهش حاضر می‌باشد [۱۸]. با وجود کاهش میزان پسماند عفونی در طول زمان، باز هم نیاز به بهبود فرایند تفکیک پسماند وجود دارد؛ زیرا مطابق با رهنمود سازمان جهانی بهداشت می‌بایست این مقدار به ۱۰ درصد کاهش یابد [۶]. از جمله دلایل بالا بودن نرخ تولید پسماند عفونی، عدم تفکیک صحیح است که خود از عوامل مختلفی چون آموزش، نظارت و به کارگیری وسایل مناسب متأثر می‌باشد [۱۹].

بر اساس نتایج حاصل از جدول ۳، به طور میانگین عمده بیمارستان‌ها به استفاده از اتوکلاو (۵۳/۵۴ درصد) و کمی کلاو (۳۱/۰۳ درصد) بیشتر تمایل داشتند و از تجهیزات گرمای خشک (۸/۶۲ درصد) و هیدروکلاو (۶/۹ درصد) کمتر استفاده می‌نمودند. در این راستا مطالعاتی که در سال‌های گذشته انجام شده‌اند، نتایج متفاوتی را نشان داده‌اند؛ به طور مثال در سال ۱۳۸۶ هیچ‌یک از بیمارستان‌ها از تجهیزات بی‌خطر ساز استفاده نمی‌کردند [۱۴]. بر مبنای مطالعات دیگر نیز ۴۷ درصد از بیمارستان‌ها از کمی کلاو، ۱۶ درصد از هیدروکلاو، ۱۳ درصد از اتوکلاو و ۴ درصد از حرارت خشک برای بی‌خطر سازی

استفاده می‌کردند و ۲۰ درصد فاقد این تجهیزات بودند [۴]. در این ارتباط در مطالعه انجام شده در مشهد، نتایج بیانگر استفاده ۶۶/۶ درصدی بیمارستان‌های مورد مطالعه از اتوکلاو بودند. سایر مراکز نیز فاقد سیستم بی‌خطر ساز بودند [۲۰]. از جمله مزایای سیستم‌های اتوکلاو می‌توان به توانایی آن در از بین بردن مؤثر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و در صورت داشتن خردکن، کاهش قابل توجه (۸۰ درصد حجمی و ۳۰ درصد وزنی) پسماند اشاره کرد [۲۱، ۲۲]. کمی کلاو نیز نقش مؤثری در کاهش بار میکروبی پسماند دارد و عملکرد بهتری را در ارتباط با پسماندهای مایع نشان می‌دهد [۲۱]. از سوی دیگر، هیدروکلاو نیز دارای عملکرد مناسبی در ارتباط با پسماندهای مرطوب، فلزات، مایعات و اجسام تیز و برنده دارد. سیستم حرارت خشک نیز برای پسماندهای عفونی جامد، مناسب بوده و در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس، عمل بی‌خطر سازی را انجام می‌دهد [۱۳].

مطابق با نتایج حاصل از جدول ۴ می‌توان گفت که به طور میانگین در بیمارستان‌های خصوصی ۷۶/۳۷ درصد، در بیمارستان‌های دولتی ۴۴/۴۴ درصد و در سایر بیمارستان‌ها ۸۷/۵ درصد از تجهیزات، ظرفیتی متناسب با میزان پسماند عفونی تولیدی داشتند. مطالعه دیگری این تناسب را تنها در ۵۰ درصد از بیمارستان‌های مورد مطالعه نشان داد [۲۰]. لازم به ذکر است که این اختلاف می‌تواند ناشی از برآورد صحیح میزان پسماند تولیدی، مدیریت فرایند تفکیک پسماند، اختصاص بودجه مناسب جهت خرید تجهیزات و مواردی از این قبیل باشد.

بر مبنای نتایج حاصل از جدول ۷ می‌توان گفت که مجموع تعداد موارد خرابی در تجهیزات بی‌خطر ساز بیمارستان‌های خصوصی ۸۷ مورد (۲/۶۳ مورد به ازای هر دستگاه در سال)، در بیمارستان‌های دولتی ۶۱ مورد (۴/۰۶ مورد به ازای هر دستگاه در سال) و در سایر بیمارستان‌ها ۳۱ مورد (۳/۱ مورد به ازای هر دستگاه در طول سال) می‌باشد. از این اعداد می‌توان نتیجه

گرفت که موارد خرابی تجهیزات در بیمارستان‌های خصوصی، کمترین مقدار و در بیمارستان‌های دولتی، بیشترین مقدار را داشته است که این امر می‌تواند به دلیل سرویس و نگهداری بهتر و به موقع تجهیزات، تفاوت در نوع تجهیزات از جمله داشتن یا نداشتن خردکن (که شکستگی تیغه آن از جمله دلایل خرابی‌های مکرر این تجهیزات می‌باشد)، وجود یا عدم وجود اپراتور ماهر، انجام کالیبراسیون به موقع، انجام آزمون‌های بیولوژیکی و شیمیایی مطابق با دستورالعمل، راهبری تجهیزات بر مبنای دستورالعمل شرکت سازنده و در صورت لزوم گذراندن دوره‌های آموزشی مرتبط و موارد مشابه دیگر باشد.

در انتها باید بیان نمود که کاربرد آزمون‌های بیولوژیکی، کمک شایانی به تعیین عملکرد صحیح تجهیزات می‌کنند. در کل جامعه آماری مطالعه شده، حدود ۷۲ درصد از تجهیزات، عملکرد مطلوبی داشتند. شایان ذکر است که آزمون‌های بیولوژیک به کاررفته حاوی ۱۰۶ اسپور مقاوم باسیلوس استئاروترموفیلوس بودند که ممکن است به صورت نوار کاغذی، ویال یا آمپول باشد. باید توجه داشت که این آزمون‌ها به دلیل زمان پاسخ طولانی (۱ تا ۳ روز)، کاربرد هفتگی دارند [۱۳].

پس از بررسی و جمع‌بندی نهایی اطلاعات به دست آمده از این پژوهش، این نتایج حاصل می‌شود که میانگین کل پسماند تولیدی و پسماندهای عفونی در بیمارستان‌های مورد مطالعه از مقدار توصیه شده توسط WHO بالاتر بوده و نیاز به برنامه‌ریزی در جهت کمینه‌سازی تولید پسماند و تفکیک بهینه پسماندها وجود دارد.

از سوی دیگر، از بین چهار نوع دستگاه بی خطر ساز پسماند (اتوکلاو، کمی کلاو، هیدروکلاو و حرارت خشک) که در بیمارستان‌های مطالعه شده مورد استفاده قرار می‌گرفت، اتوکلاو دارای بیشترین تعداد بود که در ۸۸/۸۸ درصد از بیمارستان‌های دولتی، تمام بیمارستان‌های خصوصی و سایر بیمارستان‌ها دارای ثبات بود. همچنین در ۹۲/۸۵ درصد از بیمارستان‌های خصوصی، تمام بیمارستان‌های دولتی و سایر بیمارستان‌ها از اندیکاتور

بیولوژیکی و در ۶۶/۶۶ درصد از بیمارستان‌های دولتی، تمام بیمارستان‌های خصوصی و سایر بیمارستان‌ها از اندیکاتور شیمیایی استفاده می‌گردید. در ارتباط با دستگاه کمی کلاو نیز ۹۲/۳ درصد از بیمارستان‌های خصوصی و تمام بیمارستان‌های دولتی و سایر بیمارستان‌ها دارای ثبات بودند و در تجهیزات تمام بیمارستان‌های مورد مطالعه از اندیکاتور بیولوژیکی و شیمیایی استفاده می‌گردید. در ارتباط با دستگاه‌های هیدروکلاو و حرارت خشک نیز تمام تجهیزات دارای ثبات بودند و از اندیکاتور بیولوژیکی و شیمیایی استفاده می‌کردند. در مجموع به نظر می‌رسد که وضعیت مطلوبی از نظر کاربرد اندیکاتورهای شیمیایی و بیولوژیکی بر تجهیزات حاکم می‌باشد. بر مبنای نتایج، مجموع میانگین پسماند بی خطر نشده در نتیجه خرابی تجهیزات، بیشترین مقدار را در بیمارستان‌های دولتی داشت که این امر بیانگر نیاز به مدیریت کمی پسماند و توجه بیشتر به اصلاح به موقع خرابی تجهیزات می‌باشد؛ خرابی تجهیزات در عمده موارد دو بار در سال مشاهده می‌شود. با توجه به نقاط ضعف و قوت بیان شده به نظر می‌رسد که به منظور مدیریت مطلوب کمی و کیفی پسماندهای بیمارستانی، مسیری طولانی را باید پیمود. با توجه به آنچه که از این مطالعه حاصل شد و مطابق با نظر برخی از صاحب‌نظران می‌توان اذعان داشت که مشکلات موجود در مسیر مدیریت پسماند بیمارستانی ریشه در مسائل مالی، آموزش، نظارت ناکافی و فرهنگ سازی دارد.

امید است که این قبیل مطالعات بتواند قدمی کوچک در مسیر ارتقای فرهنگ سلامت جامعه بردارند.

## قدردانی

بدین وسیله از همکاری بی‌شائبه معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ایران در گردآوری اطلاعات تشکر و قدردانی می‌گردد.

## References

1. Jonidi A, Jafaripour MR, Farzadkia M. Hospital solid waste management in Qom hospitals. J Sch Public Health Institute Public Health Res 2010; 8(2):41-53 (Persian).
2. Rastegar A, Gholami H. Survey of solid waste management in small and large selected hospitals of Tehran. Sci J Ilam Univ Med Sci 2014; 22(2):149-57 (Persian).
3. Mohammadian Fazli M, Nassiri J, Nabizadeh R. Qualitative and quantitative assessment and management of hospital waste in Zanjan, Iran in 2011. Iran J Health Environ 2013; 6(1):55-64 (Persian).
4. Malakotian M. Evaluation function of non-hazardous non-incineration waste devices in Kerman and Sirjan hospitals in the year 2013. J Hosp 2015; 14(1):77-84 (Persian).
5. Bagheri Zonoz F, Shahbazi A. Study of common and modern methods of disinfection and disposal of hazardous hospital waste. J Hum Environ 2013; 11(27):43-54 (Persian).
6. World Health Organization. Health-care waste. Geneva: World Health Organization; 2018.
7. Shahriari T, Khazaei T, Khazaei M, Khosravi R, Barikbin B, Khodadadi M. Situation of segregation, collection, storage and disposal of hospital and clinical waste in South Khorasan province. 16th National Conference on Environmental Health, Tabriz, Iran; 2013 (Persian).
8. Farzadkia M, Gholamy H, Emam Jomeah MM, Kermany M. Study of the hospital solid waste management in 5 hospitals in Tehran city and presentation of improvement approaches. In 14th National Conference on Environmental Health, Tehran, Iran; 2010. P. 179-91.
9. Windfeld ES, Brooks MS. Medical waste management-a review. J Environ Manag 2015; 163:98-108.
10. Mosferi M, Ghanbari M, Ghouchani M. Assess of the status of medical wastes sterilizer equipment in East Azerbaijan hospitals. Sixteenth National Congress of Environmental Health, Tehran, Iran; 2013 (Persian).
11. Sabermaash N, Abolfathi M, Khanjani F. Investigation of waste management in hospitals of the province of Gilan, with an emphasis on safeguarding public health and environment. Sixteenth National Congress of Environmental Health, Tehran, Iran; 2013 (Persian).
12. Hossain MS, Santhanam A, Norulaini NA, Omar AK. Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment - a review. Waste Manag 2011; 31(4):754-66.
13. The guidance and instructions of selection of non-burning sterilizer devices of medical waste. Tehran: Institute of the Environment; 2013 (Persian).
14. Rezaei F, Monavari S, Omrani GA. An assessment of hospital waste management system in areas of waste storage, collection and disposal in private hospitals of Tehran. Environ Sci 2007; 5(1):67-80 (Persian).
15. Salehi E. Evaluation of hospital waste management process in Karaj. J Ecol 2010; 36(53):99-106 (Persian).
16. Beygi M, Karimi AA, Tajik J. Junction methods of hospital solid waste production. J Mil Med 2009; 11(3):127-33 (Persian).
17. Zarei AA, Amobi A, Dadpour A, Tabassi S. Assess of hospital waste management in Amol, Babol and Babolsar in 2013. Sixteenth National Congress of Environmental Health, Tehran, Iran; 2013 (Persian).
18. Taleshi A, Nejadkoorki F, Azimzadeh HR, Ghaneian MT, Namayandeh SM. Strategic management of hospital wastes using SWOT method: case study of Yazd educational hospitals. J Health 2015; 6(3):291-303 (Persian).
19. Ranjbar S, Asghari A, Hasannejad N, Parish B, Kazemi L, Moradpour F, et al. Audit of hospital waste separation condition in emergency departments of Tabriz Madani hospital. Conference Clinical Audit and Quality Improvement, Tabriz, Iran; 2012 (Persian).
20. Binaei Tavalaei S, Qaraeian M, Yahyapour Z. Status investigation of infectious and sharp waste sterilization in the 12 hospitals of Mashhad University of Medical Sciences in 2012. Sixteenth National Congress of Environmental Health, Tehran, Iran; 2013 (Persian).
21. Yousefi Z, Valizade M. Investigation of non-burning methods and sterilizer devices used in sterilization of infectious hospital waste in Mazandaran. Thirteenth

Environmental Health Conference, Tehran, Iran;  
2010 (Persian).  
22. Sedarati AR, Mohseni MJ. New technologies at the

hospital wastes disposal. Third National Conference  
on Waste Management, Tehran, Iran; 2007 (Persian).