



Available online: <https://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

بررسی وضعیت بهره برداری و نگهداری از دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای پزشکی در استان گلستان

عبدالرحمن قرنجیک^۱، رضاعلی دیان‌تی تیلکی^۱، سمانه دهقان^۱، ابوطالب بای^۲، فتح‌اله غلامی بروجنی^{۱*}

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله:

زمینه و هدف: بهره‌برداری و نگهداری مناسب از دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند پزشکی به دلیل جلوگیری از انتشار عفونت‌ها و بیماری‌های خطرناک، حفاظت از سلامت عمومی و محیط زیست از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا این مطالعه با هدف بررسی وضعیت بهره‌برداری و نگهداری دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای پزشکی در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی استان گلستان به انجام رسیده است. **روش بررسی:** این مطالعه توصیفی-تحلیلی در ۱۷ بیمارستان دولتی و ۶ بیمارستان خصوصی استان گلستان که مجهز به دستگاه بی‌خطر ساز پسماندهای پزشکی از نوع اتوکلاو پیش‌خلاء بدون خردکن بودند، انجام شد. اطلاعات تست میکروبی ماهیانه دستگاه‌ها که توسط محیط زیست انجام می‌شود از اسناد و داده‌های بیمارستان دریافت شد. سایر اطلاعات مورد نیاز با استفاده از پرسشنامه استاندارد و سایر اطلاعات به روش مصاحبه حضوری جمع‌آوری گردید و نتایج استخراج شده با استفاده از فراوانی، درصد فراوانی و شاخص‌های مرکزی توصیف گردید.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۲۵

یافته‌ها: وضعیت بهره‌برداری دستگاه‌های بی‌خطر ساز در بیمارستان‌های مورد مطالعه در مجموع با عملکرد بی‌خطر سازی میکروبی ۹۷/۰۷ درصد، مطلوب ارزیابی گردید. به طوری که درصد مطلوبیت در بیمارستان‌های دولتی ۹۶/۹۳ درصد و در بیمارستان‌های خصوصی ۹۷/۲۲ درصد بوده است. وضعیت نگهداشت پیشگیرانه دستگاه‌های بی‌خطر ساز در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی به ترتیب ۶۸/۶۲ و ۷۷/۷۷ درصد بوده است. وضعیت و امکانات بهداشتی محل استقرار دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند بر اساس ضوابط مربوط در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی به ترتیب ۹۴/۱۱ درصد و ۶۹/۰۵ درصد بوده است.

واژگان کلیدی: نگهداری دستگاه بی‌خطر ساز، پسماندهای پزشکی، گندزدایی، مدیریت پسماند

نتیجه‌گیری: وضعیت بهره‌برداری دستگاه‌های بی‌خطر ساز در بیمارستان‌های مورد مطالعه در مجموع با عملکرد بی‌خطر سازی میکروبی بالای ۹۷ درصد مطلوب ارزیابی گردید اما در عین حال، اجرای برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه و آموزش مستمر کارکنان برای استفاده صحیح از این دستگاه‌ها ضروری است تا کارایی آن‌ها تضمین شده و مخاطرات احتمالی به حداقل برسد.

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
gholami_b_f@yahoo.com

Please cite this article as: Gharanjic A, Dianati Tilaki RA, Dehghan S, Bay A, Gholami-Borujeni F. Investigating the operation and maintenance status of medical waste decontamination devices in Golestan province. Iranian Journal of Health and Environment. 2025;18(2):267-82.



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 بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها و آزمایشگاه‌های تخصصی متعدد را فراهم کرده است (۱). در پی این مسئله انتظار می‌رود روز به روز میزان تولید پسماندهای خدمات پزشکی، افزایش قابل توجهی داشته باشد.

پسماند پزشکی (HCW: Health Care Waste)، به تمامی پسماندهای تولید شده توسط واحدهای تامین و حفظ سلامت، موسسات تحقیقاتی و آزمایشگاه‌ها، پسماندهای عفونی و زیان‌آور ناشی از بیمارستان‌ها، مراکز بهداشتی-درمانی، آزمایشگاه‌های تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه گفته می‌شود. از منابع عمده زائدات زیستی، بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها و مراکز تحقیقات پزشکی هستند (۲، ۳).

براساس برآوردهای سازمان جهانی بهداشت، اجزای پسماند در بیمارستان شامل ۸۰ درصد پسماندهای عادی مراکز درمانی و ۱۵ درصد انواع پاتولوژیکی و عفونی می‌باشند که در کشور ما این رقم حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد است (۴، ۵).

در خصوص ترکیب و کمیت پسماندهای بیمارستانی و مراکز بهداشتی درمانی مطالعات مختلفی صورت گرفته است. در مطالعه انجام گرفته توسط Askarian و همکار (۲۰۰۱) که در بیمارستان‌های دانشگاهی استان فارس صورت گرفت ۳/۹۳ کیلوگرم به ازای هر تخت اشغال شده در روز پسماند تولید می‌شود که ۴۵/۶ درصد آن عفونی و ۲/۹ درصد نوک تیز بوده است (۶).

مطالعه ای توسط Dehghani و همکاران در سال ۲۰۰۶ در بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام گردید و سرانه پسماند به ازای هر تخت بیمارستانی ۴/۴۲ kg/day گزارش گردید (۶). مطالعات انجام شده در مورد ترکیب پسماند بیمارستانی شهر تبریز که در سال ۲۰۰۹ توسط Taghipour و همکار انجام شد ۲۹/۴۴ درصد پسماند عفونی گزارش شد (۷).

میزان تولید پسماند بطور روزانه در شمال آمریکا ۱۰-۷، اروپای غربی ۶-۳، امریکای لاتین ۳، آسیای شرقی در کشورهای پردرآمد ۴-۲/۵، آسیای شرقی در کشورهای با درآمد متوسط ۲/۲-۱/۸، اروپای شرقی ۲-۱/۴ و مدیترانه شرقی ۳-۱/۳ کیلوگرم به ازای هر تخت گزارش شده است (۸).

در مطالعه‌ای که در هند انجام گرفت مشخص شد که متوسط تولید پسماند بیمارستانی به ازای هر تخت ۲/۳ kg است که از این مقدار حدود ۲۰ درصد آن پسماند عفونی می‌باشد (۹). سازمان جهانی بهداشت (WHO)، دفع پسماندهای خدمات پزشکی را قبل از انجام هرگونه فرآیند بی‌خطر سازی مجاز ندانسته است (۱۰). براین اساس بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی می‌بایست جزء برنامه‌های اصلی در مدیریت پسماندهای بیمارستانی قلمداد شود (۱۱).

در حال حاضر در سطح دنیا روش‌های کارآمد بی‌خطر سازی پسماند پزشکی ویژه عبارتند از زباله‌سوزی، اتوکلاو کردن، گندزدایی شیمیایی و تابش میکروویو. علاوه بر این روش‌ها، در گذشته از روش‌های دیگری مانند کپسوله کردن و خنثی سازی نیز به‌عنوان روش‌های بی‌خطر سازی پسماند پزشکی نام برده می‌شد، اما این روش‌ها به علل مختلف از جمله کارایی پایین در از بین بردن خطر بهداشتی و زیست محیطی پسماند پزشکی، مشکلات اجرایی و قابلیت کاربرد پایین منسوخ شده‌اند (۱۲). (۱۳). مهمترین عوامل مؤثر بر انتخاب روش بی‌خطر سازی پسماند پزشکی ویژه شامل راندمان گندزدایی و بی‌خطر سازی، ملاحظات بهداشتی و محیط زیستی، میزان کاهش حجم و وزن، ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، میزان پسماند تولید شده و ظرفیت سیستم بی‌خطر سازی، نوع پسماندهای تولید شده، تاسیسات زیربنایی مورد نیاز، عدم ایجاد وابستگی و بومی بودن تکنولوژی، روش دفع مورد نیاز، سطح مهارت پرسنل مورد نیاز برای بهره‌برداری و نگهداری، فضای مورد نیاز، هزینه‌های بهره برداری و نگهداری، مقبولیت عمومی و الزامات قانونی است (۱۴، ۱۵).

با توجه به کنوانسیون‌های استکهلم و بازل، دنیا به

از طریق دستگاه‌های اتوکلاو یکی از این روش‌ها می‌باشد (۲۰).

ارزیابی عملکرد میکروبی دستگاه بی‌خطر ساز پسماند به منزله اولین گام در راستای فرآیند بهینه‌سازی عملکرد دستگاه محسوب می‌شود. گام‌های بعدی به ترتیب مقایسه نتایج با معیار مطلوب و ارائه راهکار جهت بهینه‌سازی می‌باشد.

پژوهش‌های مختلفی به بررسی عملکرد دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای پزشکی پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال مطالعه انجام شده توسط Malakootian و همکاران در سال ۲۰۱۳ با عنوان بررسی عملکرد دستگاه‌های غیرسوز بی‌خطر ساز پسماند در بیمارستان‌های آموزشی شهر کرمان (۴ بیمارستان) و سیرجان (۲ بیمارستان) نشان داد که ۹۶/۳ درصد از دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند عملکرد مطلوبی از نظر مکانیکی، ۸۵/۳ درصد عملکرد مطلوبی از نظر شیمیایی و ۸۴ درصد نیز عملکرد مطلوبی از نظر بیولوژیکی داشتند و عملکرد کلی دستگاه‌ها در بیمارستان‌های مذکور را ضعیف ارزیابی کردند (۲۰).

طبق مطالعه مروری *Torkashvand* و همکاران در سال ۲۰۲۲، در ارتباط با پایش بیولوژیکی دستگاه بی‌خطر ساز (اتوکلاو) پسماندهای پزشکی، میزان بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی از نظر پایش بیولوژیکی از عملکرد مطلوبی برخوردار بوده است (۹۶/۸۷ درصد) (۲۱).

مطالعه *Lagos-Palomino* در سال ۲۰۲۳ در واحد بانک خون یکی از بیمارستان‌های پرو با هدف ارزیابی عملکرد فرایند استریلیزاسیون با آزمون بوویدیک و اندیکاتور بیولوژیک در کنترل کیفی بانک خون انجام گرفته است؛ میزان مطلوبیت آزمون بوویدیک ۸۰ درصد و اندیکاتور بیولوژیک ۹۰ درصد گزارش شده است و میزان مطلوبیت فرایندهای اتوکلاو کردن در بانک خون بیمارستان را قابل قبول دانسته و به هر حال اعمالی را برای بهبود مستمر، خصوصاً در سطح و کیوم در فرایند اتوکلاو کردن لازم دانستند (۲۲).

بررسی مطالعات نشان می‌دهد تاکنون مطالعه‌ای در زمینه کارایی دستگاه‌های بی‌خطر ساز بدون پیش‌حلاء بدون خردکن

سمت کاهش به‌کارگیری زباله‌سوزها و جایگزینی آن با روش‌های غیرسوز جهت بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی بیمارستانی پیش می‌رود. سیاست دفع پسماندهای بیمارستانی در کشورهای پیشرفته و صنعتی به سمت حذف زباله‌سوز و روی آوردن به فناوری غیرسوز است (۱۶). در دهه‌های اخیر، زباله‌سوزی، روش اصلی دفع پسماندهای پزشکی در ایران بوده است. از آنجایی که زباله‌سوزهای بیمارستانی به تنهایی به عنوان بزرگترین منبع تولید دی‌اکسید و سایر آلاینده‌ها به شمار می‌روند، لذا استفاده از روش‌های غیرسوز برای بی‌خطر سازی پسماندهای بیمارستانی، مطرح و قوانین مرتبط با آن توسط وزارت بهداشت تدوین گردید (۱۷، ۱۸).

طبق ماده ۷۰ ضوابط و روش‌های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته مصوبه شماره ۱۵۸۷۱/ت/۳۸۴۹۵ مورخ ۱۳۸۷/۲/۸ کمیسیون امور زیربنایی صنعت و محیط زیست «نصب هرگونه زباله‌سوز اعم از متمرکز و غیرمتمرکز در شهرها ممنوع است» و بیمارستان‌هایی که از سیستم زباله‌سوز استفاده کنند ارزشیابی نخواهد شد. با توجه به بررسی‌های انجام شده توسط مرکز سلامت و محیط کار و اداره کل تجهیزات پزشکی در خصوص دستگاه‌های غیرسوز بی‌خطر ساز پسماند پزشکی و لزوم اجرای مفاد مصوبه ۱۵۸۷۱/ت/۳۸۴۹۵ مورخ ۸۷/۲/۸ کمیسیون امور زیربنایی صنعت و محیط زیست، راهنما و دستورالعمل انتخاب و نحوه تهیه دستگاه‌های غیرسوز بی‌خطر سازی پسماند پزشکی، جهت بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی و تیز و برنده، دستگاه‌های غیرسوز بی‌خطر ساز پسماند با مکانیسم‌های مختلف وجود دارد که با توجه به تجارب سال‌های اخیر، استفاده از دستگاه‌های غیرسوز بی‌خطر ساز با مکانیزم بخار، حرارت مرطوب و خشک مناسب تر گزارش شده است (۱۹).

تکنولوژی‌های غیرسوز شامل فرآیندهای گرمایی (حرارتی)، پرتوتایی، گندزدایی شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد. بسیاری از روش‌های استاندارد و مورد قبول از دیدگاه محیط زیست در سطح جهان در حال اجرا بوده که روش استریلیزاسیون

بیمارستان دریافت شد. نمونه‌ها در طی شش ماه و هر ماه یک نمونه میکروبی از بیمارستان‌ها گرفته شد. نمونه‌های اخذ شده در بیمارستان‌های خصوصی ۳۶ مورد و در بیمارستان‌های دولتی ۹۸ مورد بود و در کل ۱۳۴ نمونه گرفته شد. داده‌های مربوط به وضعیت بهداشتی این مراکز با استفاده از چک لیست استاندارد مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت (ضمائم) و همچنین میزان خرابی قطعات به تفکیک از پرونده‌های بهداشت محیط واحد بیمارستان‌ها استخراج گردید. داده‌ها با استفاده از فراوانی، درصد فراوانی و شاخص مرکزی میانگین توصیف گردید.

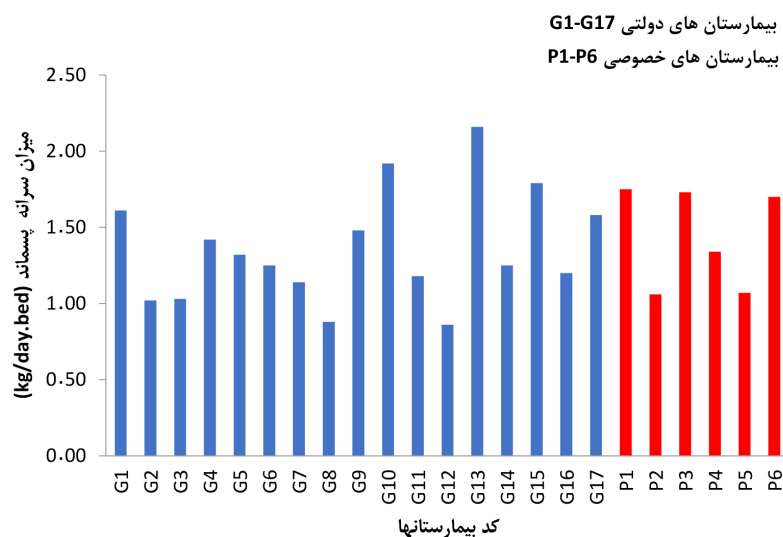
یافته‌ها

میانگین سرانه تولید پسماندهای عفونی و تیز و برنده به ازای هر تخت در روز در بیمارستان‌های دولتی 1.45 kg/bed.day ، در بیمارستان‌های خصوصی برابر با 1.38 kg/bed.day و در مجموع 1.41 kg/bed.day بود. در نمودار ۱ نتایج میزان پسماند تولیدی در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی مورد مطالعه ارائه شده است.

در استان گلستان انجام نشده است و با توجه به اهمیت تعیین اثربخشی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای پزشکی، این مطالعه به منظور بررسی کارایی و وضعیت بهره‌برداری و نگهداری از دستگاه‌های اتوکلاو فعال در استان گلستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی-تحلیلی در بازه زمانی فروردین ماه لغایت شهریور ماه سال ۱۴۰۲ در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی استان گلستان که مجهز به دستگاه بی‌خطر ساز پسماندهای پزشکی از نوع اتوکلاو پیش خلاء بدون خردکن بودند، انجام شد. در این مطالعه، بیمارستان‌ها به دو بخش تقسیم‌بندی گردید. بیمارستان‌هایی که به صورت خصوصی اداره می‌شدند، تحت عنوان بخش خصوصی و بیمارستان‌هایی که وابسته به دانشگاه علوم پزشکی گلستان بوده‌اند، تحت عنوان بخش دولتی بوده که بخش عمده بیمارستان‌های این منطقه (۱۷ بیمارستان) را تشکیل می‌دهند. اطلاعات تست میکروبی ماهیانه دستگاه‌ها که توسط محیط زیست انجام می‌شود از اسناد و داده‌های

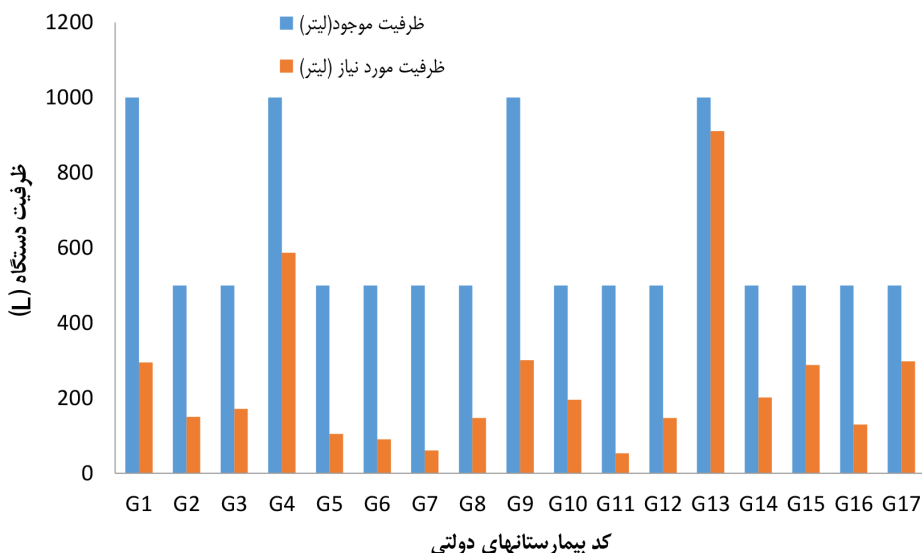


نمودار ۱- میانگین پسماند عفونی و تیز و برنده در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی استان گلستان بر حسب

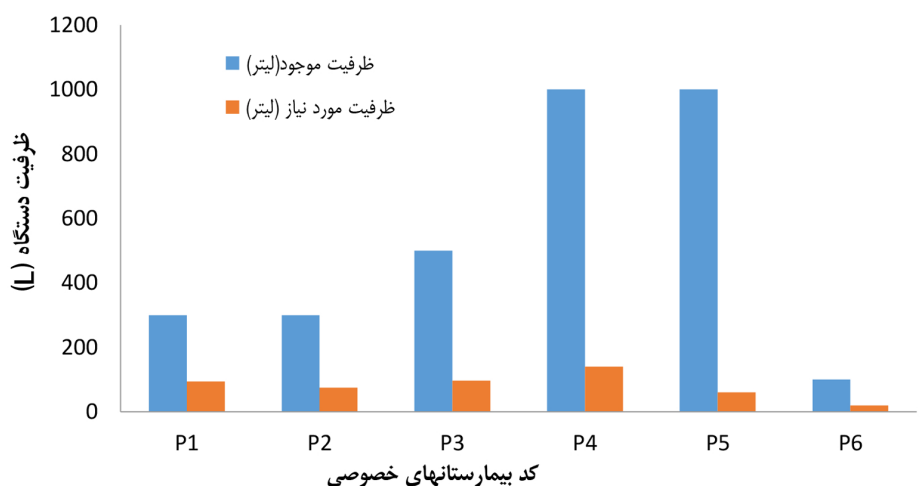
kg/bed.day

خصوصی و دولتی تناسب برقرار بود. نتایج بررسی ظرفیت دستگاه‌های بی‌خطر ساز در نمودارهای ۲ و ۳ ارائه شده است.

در بررسی نسبت ظرفیت دستگاه موجود بی‌خطر ساز پسماندها به ظرفیت دستگاه مورد نیاز محاسبه شده در بیمارستان‌های



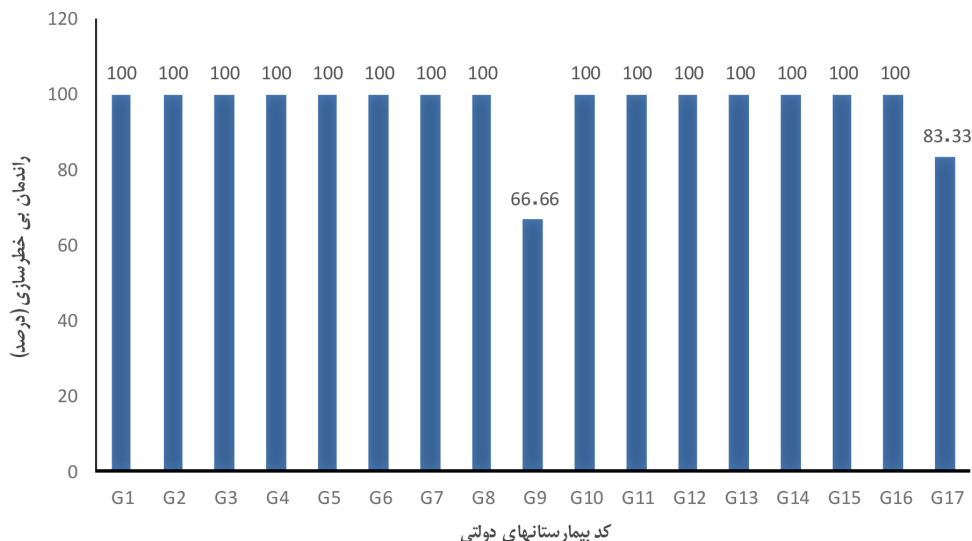
نمودار ۲- نسبت ظرفیت دستگاه‌های موجود بی‌خطر ساز پسماند در بیمارستان‌های دولتی استان گلستان به ظرفیت دستگاه‌های مورد نیاز محاسبه شده



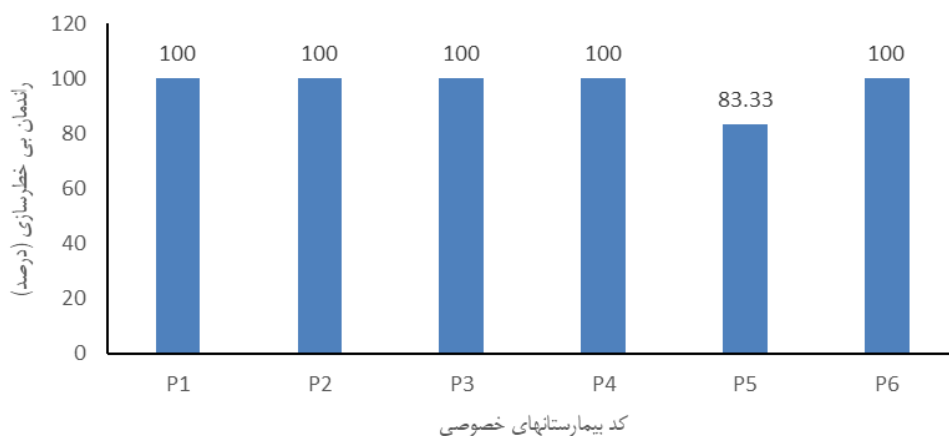
نمودار ۳- نسبت ظرفیت دستگاه‌های موجود بی‌خطر ساز پسماند در بیمارستان‌های خصوصی استان گلستان به ظرفیت دستگاه‌های مورد نیاز محاسبه شده

بیمارستان‌های خصوصی ۹۷/۲۲ درصد بود. در کل عملکرد بی‌خطر سازی میکروبی دستگاه‌های بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی در مطالعه حاضر ۹۷/۰۷ درصد بوده است. این نتایج در نمودارهای ۴ و ۵ نمایش داده شده است.

بررسی نتایج پایش بیولوژیکی دستگاه بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی نشان داد که عملکرد بی‌خطر سازی میکروبی دستگاه‌های بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی (اتوکلاو پیش خلاء بدون خردکن) در بیمارستان‌های دولتی ۹۶/۹۳ درصد و در



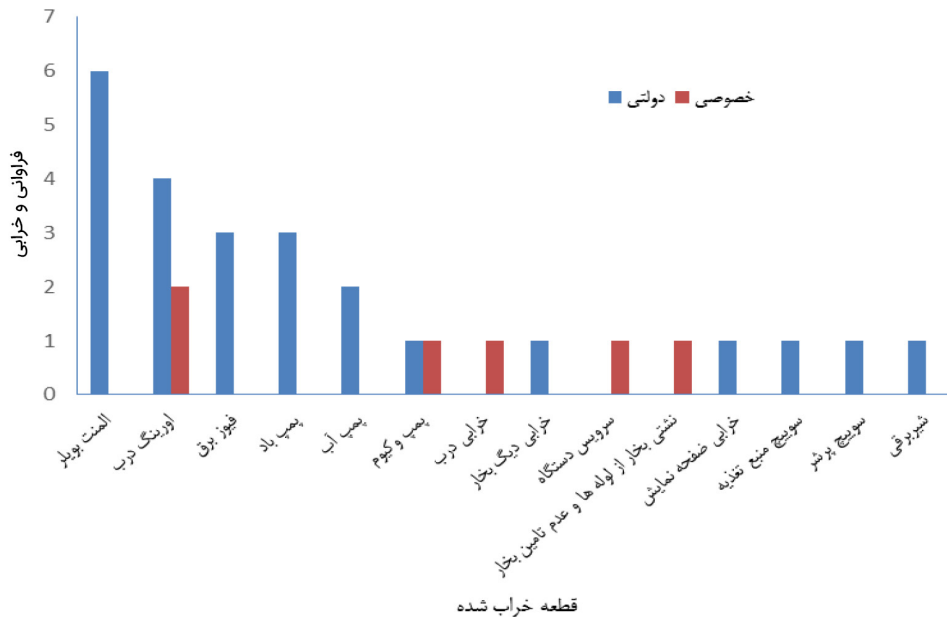
نمودار ۴- عملکرد بی‌خطر سازی میکروبی دستگاه‌های بی‌خطر سازی بر حسب درصد در بیمارستان‌های دولتی استان گلستان



نمودار ۵- عملکرد بی‌خطر سازی پسماندهای عفونی در بیمارستان‌های خصوصی استان گلستان بر حسب درصد

واشر درب) و در بیمارستان‌های خصوصی تنها اورینگ درب (واشر درب) بوده است. نتایج فراوانی خرابی قطعات دستگاه بی‌خطر ساز پسماند در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی در نمودار ۶ نمایش داده شده است.

بر مبنای نتایج، تعداد دفعات خرابی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند در بیمارستان‌های دولتی ۲۴ مورد و در بیمارستان‌های خصوصی ۶ مورد بوده است. عمده خرابی قطعات در بیمارستان‌های دولتی مربوط به المنت بویلر و اورینگ درب



نمودار ۶- فراوانی خرابی قطعات دستگاه بی‌خطر ساز پسماند در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی استان گلستان در سال ۱۴۰۲

دولتی ۶۸/۶۲ درصد و در بیمارستان‌های خصوصی ۷۷/۷۷ درصد بوده است.

بحث

انتخاب ظرفیت مناسب دستگاه بی‌خطر ساز پسماند بر اساس میانگین سرانه تولید پسماندهای عفونی به ازای هر تخت در روز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش، میانگین سرانه تولید پسماندهای عفونی و تیز و برنده در بیمارستان‌های دولتی ۱/۴۵، در بیمارستان‌های خصوصی ۱/۳۸ و در مجموع ۱/۴۱ kg/bed.day بوده است. مطالعات مشابه انجام شده

بر اساس آنالیز آماری ویلکاکسون، بین میزان عملکرد دستگاه بی‌خطر ساز در از بین بردن اسپورها، در زمان مدیریت بخش دولتی و مدیریت بخش خصوصی بر دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p=0/18$).

در بررسی وضعیت و امکانات بهداشتی محل استقرار دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندها بر اساس ضوابط مربوط مشاهده شد که در بیمارستان‌های دولتی به میزان ۹۴/۱۱ درصد و در بیمارستان‌های خصوصی ۶۹/۰۵ درصد شرایط و امکانات بهداشتی رعایت شده بود. بررسی وضعیت نگهداشت پیشگیرانه دستگاه بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی در بیمارستان‌های

مورد نیاز محاسبه شده برقرار بود (۲۶). مطالعه دیگری این تناسب را تنها در ۵۰ درصد از بیمارستان‌های مورد مطالعه نشان داد که با یافته‌های پژوهش حاضر متفاوت است. 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 (۲۷).

ارزیابی عملکرد میکروبی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی اولین گام در راستای بهینه‌سازی متغیرهای بهره‌برداری محسوب می‌شود. گام‌های بعدی به ترتیب مقایسه نتایج با معیار مطلوب و ارائه راهکار جهت بهینه‌سازی می‌باشد. با بررسی داده‌های بدست آمده به جستجوی علل ضعف عملکرد دستگاه‌ها پرداخته و راهکارهایی برای بهبود کیفیت متغیرهای بهره‌برداری پیشنهاد می‌گردد. بررسی نتایج حاصل از پایش بیولوژیکی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی نشان داد که عملکرد بی‌خطر سازی میکروبی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندها (اتوکلاو پیش خلاء بدون خردکن) در بیمارستان‌های دولتی ۹۶/۹۳ درصد و در بیمارستان‌های خصوصی ۹۷/۲۲ درصد بوده است. در مجموع عملکرد بی‌خطر سازی میکروبی دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای جامعه آماری مورد مطالعه در پژوهش حاضر ۹۷/۰۷ درصد بود که با نتایج مطالعه Akbari و همکاران (۹۷/۸ درصد) مطابقت داشت (۲۸).

Yaman و همکاران (۲۰۲۰) که از ویال‌های بیولوژیک محتوی باسیلوس استئاروترموفیلوس استفاده کرده بودند، دریافتند که برای استریلیزاسیون موثر پسماندهای زیست پزشکی، اتوکلاو باید در دمای 150°C ، فشار ۵ bar و زمان تماس ۴۵ min بهره برداری شود (۲۹). مطالعات انجام شده Ahmadi و همکاران در سال ۲۰۱۸ نشان داده است که شکست استریلیزاسیون از نظر بیولوژیکی در بیمارستان‌های کاشانی و هاجر شهر کرد به ترتیب ۶۵ درصد و ۵۰ درصد بوده است که با مطالعه حاضر همخوانی ندارد (۳۰). در مطالعه Bahmehi و همکاران در سال ۲۰۱۶، میزان نابودی اسپور اندیکاتورهای بیولوژیک در تجهیزات گندزدای اتوکلاو ۸۶/۷

در مورد تعیین میانگین سرانه تولید پسماندهای عفونی در شهرهای مختلف کشور مقادیر ۱/۳۲، ۱/۲۴، ۱/۴۸ تا ۱/۵۴ و $1/49 \text{ kg/bed.day}$ را نشان داده‌اند (۲۳). بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، سرانه تولید پسماندهای عفونی در کشورهای با درآمد بالا معادل ۰/۵ و در کشورهای با درآمد پایین برابر با $0/2 \text{ kg/bed.day}$ می‌باشد، اما به دلیل عدم توجه کافی به مقوله تفکیک صحیح و کاهش تولید پسماند، این میزان به مراتب بیشتر است (۲۴). در مطالعاتی که در کشورهای مختلف دنیا انجام شده، 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 $0/3 \text{ kg/bed.day}$ گزارش شده است (۲۵). با توجه به ارقام ارائه شده، نرخ تولید پسماند بیمارستان‌ها در کشورهای مختلف و حتی در شهرهای گوناگون یک کشور متفاوت می‌باشد. 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 (۱۰).

در بررسی نسبت ظرفیت دستگاه‌های موجود بی‌خطر ساز پسماندها به ظرفیت دستگاه‌های مورد نیاز محاسبه شده در بیمارستان‌های مورد مطالعه چنین نتیجه‌گیری گردید که در بیمارستان‌های خصوصی و بیمارستان‌های دولتی ۱۰۰ درصد، بین ظرفیت دستگاه‌های موجود بی‌خطر ساز پسماندها و ظرفیت دستگاه‌های مورد نیاز محاسبه شده تناسب برقرار بود. متناسب بودن ظرفیت دستگاه‌های موجود بی‌خطر ساز پسماندها با ظرفیت دستگاه‌های مورد نیاز محاسبه شده باعث می‌شود که هر دستگاه با ظرفیت مجاز بارگذاری شده و عملکرد بی‌خطر سازی پسماندها بهتر شود. بر مبنای نتایج حاصل از مطالعات انجام شده توسط Jonidi-Jafari و همکاران در سال ۲۰۱۵ در بیمارستان‌های خصوصی (۷۶/۳۷ درصد) نسبت به بیمارستان‌های دولتی (۴۴/۴۴ درصد)، تناسب بهتری بین ظرفیت دستگاه موجود بی‌خطر ساز پسماندها با ظرفیت دستگاه

دولتی به میزان ۹۴/۱۱ درصد و در بیمارستان‌های خصوصی ۶۹/۰۵ درصد بوده است. وضعیت نگهداشت پیشگیرانه دستگاه بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی در بیمارستان‌های دولتی ۶۸/۶۲ درصد و در بیمارستان‌های خصوصی ۷۷/۷۷ درصد بوده است.

نتیجه‌گیری

دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماندهای عفونی (اتوکلاو) پیش‌خلاء بدون خردکن) که تولید داخل کشور نیز هستند به دلیل عملکرد مطلوب، سهولت در استفاده، دسترسی به قطعات و لوازم مورد نیاز در بازار و هزینه کمتر، گزینه‌ای مطلوب در میان گزینه‌های مختلف بی‌خطر سازی پسماند محسوب می‌شوند. بر اساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، وضعیت بهره‌برداری دستگاه‌های بی‌خطر ساز در بیمارستان‌های مورد مطالعه در مجموع با عملکرد بی‌خطر سازی میکروبی ۹۷/۰۷ درصد، مطلوب ارزیابی گردید. به طوری که درصد مطلوبیت در بیمارستان‌های دولتی ۹۶/۹۳ درصد و در بیمارستان‌های خصوصی ۹۷/۲۲ درصد بوده است. وضعیت نگهداشت پیشگیرانه دستگاه‌های بی‌خطر ساز در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی به ترتیب ۶۸/۶۲ و ۷۷/۷۷ درصد و وضعیت و امکانات بهداشتی محل استقرار دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند بر اساس ضوابط مربوط در این بیمارستان‌ها به ترتیب ۹۴/۱۱ درصد و ۶۹/۰۵ درصد بوده است. برای تضمین اثربخشی، کاهش هزینه‌های تعمیرات و حداقل کردن زمان خواب دستگاه، اجرای یک برنامه نگهداشت پیشگیرانه توسط نیروی متخصص و آموزش دیده ضروری است. همچنین، برگزاری دوره‌های آموزشی مستمر و عملی برای کارکنان به منظور بهبود مهارت‌ها و اطمینان از استفاده صحیح از این دستگاه‌ها بسیار حائز اهمیت است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1402.191 است.

درصد بوده است (۳۱). مطالعه انجام شده توسط *Maamari* و همکاران (۲۰۱۶) در کشور لبنان نشان داده است که ظرف محتوی پسماند و ترکیب مواد زائد اثر مهمی روی زمان تماس مورد نیاز برای استریلیزاسیون پسماندهای عفونی و خطرناک داشته است. همچنین تایید کرده‌اند که پارامترهای استاندارد استریلیزاسیون که مبتنی بر حداقل استانداردها هستند همیشه برای انجام استریلیزاسیون مناسب در جایی که مرحله خردکن اولیه یا اختلاط اولیه نداشته باشد، کافی نیستند. تفاوت در عملکرد استریلیزاسیون در مطالعات انجام شده در شرایط بهره‌برداری مختلف به سبب طبیعت پسماندها بوده است (۳۲).

نتایج حاصل از مطالعات انجام شده توسط *Jonidi-Jafari* و همکاران (۲۰۱۵) در بیمارستان‌های دولتی ۴/۰۶ مورد خرابی به ازای هر دستگاه در سال و در بیمارستان‌های خصوصی ۲/۶۳ مورد به ازای هر دستگاه در سال بوده است که نسبت به یافته‌های پژوهش حاضر بیشتر می‌باشد. این تفاوت‌ها می‌تواند به دلیل سرویس و نگهداری بهتر، داشتن و نداشتن خردکن، قدمت دستگاه، انجام کالیبراسیون به موقع، وجود و یا عدم وجود کاربر ماهر و آموزش دیده و غیره باشد (۲۶).

نتایج آزمون آماری ویلکاکسون نشان داد بین عملکرد بی‌خطر سازی دستگاه‌ها در زمان مدیریت بیمارستان و در زمان مدیریت شرکت طرف قرارداد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p=0/118$) یعنی تغییر شرایط بر روی عملکرد دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند تاثیرگذار نبوده است. به عبارت دیگر میزان راندمان دستگاه بی‌خطر ساز در از بین بردن اسپورها در زمان مدیریت بیمارستان‌های دولتی و در زمان مدیریت شرکت طرف قرارداد بر دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند تفاوتی نداشته است ولی کارایی عملکرد دستگاه‌های بی‌خطر ساز در زمان مدیریت بیمارستان‌های دولتی کاهش یافته است. دلیل این امر ممکن است مربوط به عدم پایش یا پایش ناکافی و به موقع دستگاه‌ها توسط تکنسین آموزش دیده باشد.

بر اساس ضوابط مربوط وضعیت و امکانات بهداشتی محل استقرار دستگاه‌های بی‌خطر ساز پسماند در بیمارستان‌های

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان نامه با عنوان "بررسی وضعیت بهره برداری و نگهداری از دستگاه‌های بی‌خطرساز پسماندهای پزشکی (اتوکلاو بخارپیش خلاء بدون خردکن)

استان گلستان و بهینه‌سازی متغیرهای بهره‌برداری در سال ۱۴۰۲" مقطع کارشناسی ارشد مصوب سال ۱۴۰۲ که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات پزشکی مازندران اجرا شده است.

ضمائم

پرسشنامه بررسی وضعیت بهره برداری و نگهداری از دستگاه های بی خطر ساز پسماندهای بهداشتی درمانی استان

گلستان - شش ماهه اول ۱۴۰۲

الف- اطلاعات زمینه ای:

نام بیمارستان: کد بیمارستان: نام و نام خانوادگی تکمیل کننده: تاریخ:

نوع مالکیت: خصوصی / دولتی بیمارستان: آموزشی / غیرآموزشی تعداد تخت مصوب: تعداد تخت فعال:

ب- سوالات:

۱- میزان پسماندهای عفونی، تیز و برنده تولیدی برحسب کیلو گرم در روز به ازای هر تخت چقدر می باشد؟

- میانگین پسماندهای عفونی و تیز برنده تولیدی روزانه در شش ماه اول ۱۴۰۲ برحسب کیلو گرم:

۲- تعداد دستگاههای بی خطر ساز نصب شده و ظرفیت هر کدام در هر سیکل برحسب لیتر چقدر می باشد؟

۳- آیا دستگاه بی خطر ساز دارای تجهیزات جانبی سختی گیر می باشد؟ بلی خیر

۴- آیا دستگاه بی خطر ساز قابلیت غیرفعال سازی میکروبی اسپورهای باکتری به میزان حداقل تا ۶ کاهش لگاریتمی

در پایه ۱۰ را دارد؟ بلی خیر

۵- دستگاه بی خطر ساز مورد استفاده در بیمارستان تولید داخل یا خارج کشور است؟ تولید داخل تولید

خارج

۶- آیا مستندات انجام کالیبراسیون دستگاه بی خطر ساز، حداقل سالی یکبار وجود دارد؟ بلی خیر

۷- آیا مستندات استفاده از شاخصهای میکروبی مطابق با دستورالعمل وجود دارد؟ بلی خیر

۸- آیا مستندات استفاده از شاخصهای شیمیایی (آزمون بوویدیک) مطابق با دستورالعمل وجود دارد؟ بلی خیر

۹- آیا مستندات استفاده از شاخصهای شیمیایی (اندیکاتور کلاس ۶) مطابق با دستورالعمل وجود دارد؟ بلی خیر

۱۰- آیا مستندات مربوط به شاخصهای فیزیکی وجود دارد؟ (دستگاه بی خطر ساز دارای ثابت می باشد) بلی خیر

۱۱- آیا برای کار با دستگاه بی خطر ساز از کاربر دوره دیده (آموزش دیده) استفاده می شود؟ بلی خیر

۱۲- آیا در بیمارستان از وسیله چالش فرآیند (PCD) جهت انجام آزمونهای بوویدیک، شیمیایی و بیولوژیک مطابق با

دستورالعمل استفاده می شود؟ بلی خیر

۱۳- آیا کار با دستگاه بی خطر ساز سهل و آسان است؟ (راهبری دستگاه بی خطر ساز آسان است؟) بلی خیر

۱۴- آیا ظرفیت دستگاه بی خطر ساز متناسب با حجم پسماندهای عفونی، تیز و برنده تولیدی روزانه بیمارستان می باشد؟

بلی □ خیر □

۱۵- تعداد خرابی دستگاه بی خطر ساز پسماند در سال ۱۴۰۲ چقدر می باشد؟ (منظور از خرابی حداقل دستگاه یکروز خواب داشته باشد)

۱۶- بیشترین خرابی در سال ۱۴۰۲ مربوط به کدام قطعه از دستگاه بی خطر ساز می باشد؟

- پمپ و کیوم - شیر بادی پنوماتیک - پمپ آب - پمپ باد - شیر برقی دستگاه ورودی بخار به مخزن -
- شیر برقی آب ورودی به بویلر - واشر درب - المنتهای بویلر - سنسور باز و بسته شدن دستگاه -
- شیلنگهای باد - کندانس و شناور آن - شیر تخلیه به کندانس - صفحه نمایشگر دستگاه - جک باز و بسته شدن دستگاه - تابلو برق دستگاه - تله بخار
- سایر با ذکر موارد:

۱۷- وضعیت و امکانات محل استقرار دستگاه بی خطر ساز چگونه است؟

- فضای کافی - سیستم دفع فاضلاب مناسب - سیستم تهویه مناسب - وجود سرویس دستشویی - وجود
- توالت

- وجود حمام - وجود محل استراحت برای کاربر دستگاه

۱۸- راندمان بی خطر سازی (کارایی) میکروبی دستگاههای بی خطر ساز در شش ماه اول ۱۴۰۲ چقدر می باشد؟
-تعداد کل نمونه : تعداد نمونه مثبت : تعداد نمونه منفی:

۱۹- راندمان بی خطر سازی (کارایی) میکروبی دستگاههای بی خطر ساز در شش ماه اول ۱۴۰۱ چقدر می باشد؟
-تعداد کل نمونه : تعداد نمونه مثبت : تعداد نمونه منفی:

نام و نام خانوادگی و امضاء کارشناس بهداشت محیط بیمارستان

References

1. Khan BA, Cheng L, Khan AA, Ahmed H. Healthcare waste management in Asian developing countries: A mini review. *Waste Management & Research*. 2019;37(9):863-75.
2. Beheshtinia MA, Jafari Kahoo S, Fathi M. Prioritizing healthcare waste disposal methods considering environmental health using an enhanced multi-criteria decision-making method. *Environmental Pollutants and Bioavailability*. 2023;35(1):2218568.
3. Raei K, Mohammadinia L, Gholami Borojeni F. Challenges and strategies for household infectious waste management: A qualitative study. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2023;33(226):144-56 (in Persian).
4. Torkashvand J, Pasalari H, Jonidi Jafari A, Kermani M, Nasri O, Farzadkia M. Medical waste management in Iran and comparison with neighbouring countries. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2022;102(12):2805-18.
5. Mardani S, Alimohammadzade K, Maher A, Hoseini S, Yaghmaeian K. Ranking the hospitals in terms of hospital waste reduction criteria case study: educational hospitals of Shahid Beheshti University of Medical Sciences (SBUMS). *Iranian Journal of Health and Environment*. 2019;12(2):217-34 (in Persian).
6. Askarian M, Vakili M, Kabir G. Results of a hospital waste survey in private hospitals in Fars province, Iran. *Waste Management*. 2004;24(4):347-52.
7. Taghipour H, Mosaferi M. Characterization of medical waste from hospitals in Tabriz, Iran. *Science of the Total Environment*. 2009;407(5):1527-35.
8. Deghani MH, Fazelinia F, Omrani GA, Nabizadeh R, Azam K. Investigation of management status on medical wastes in public hospitals of Arak city. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2011;4(1):93-104 (in Persian).
9. Patil GV, Pokhrel K. Biomedical solid waste management in an Indian hospital: a case study. *Waste Management*. 2005;25(6):592-9.
10. Kenny C, Priyadarshini A. Review of current healthcare waste management methods and their effect on global health. *Healthcare*. 2021;9(3):284.
11. Zand AD, Heir AV. Emanating challenges in urban and healthcare waste management in Isfahan, Iran after the outbreak of COVID-19. *Environmental Technology*. 2021;42(2):329-36.
12. Zand AD, Heir AV. Environmental impacts of new Coronavirus outbreak in Iran with an emphasis on waste management sector. *Journal of Material*

- Cycles and Waste Management. 2021;23:240-47.
13. Ilyas S, Srivastava RR, Kim H. Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. *Science of the Total Environment*. 2020;749:141652.
 14. Wang J, Shen J, Ye D, Yan X, Zhang Y, Yang W, et al. Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: Suggestions for disinfection strategy during coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in China. *Environmental Pollution*. 2020;262:114665.
 15. Mohammadinia L, Raei K, Gholami Borujeni F. Global household infectious waste management strategies: a systematic review. *Waste Disposal & Sustainable Energy*. 2024:1-14.
 16. Yoon CW, Kim MJ, Park YS, Jeon TW, Lee MY. A review of medical waste management systems in the Republic of Korea for hospital and medical waste generated from the COVID-19 pandemic. *Sustainability*. 2022;14(6):3678.
 17. Njagi NA, Oloo MA, Kithinji J, Kithinji MJ. Health-care waste incineration and related dangers to public health: case study of the two teaching and referral hospitals in Kenya. *Journal of Community Health*. 2012;37:1168-71.
 18. Mesdaghinia A, Naddafi K, Mahvi AH, Saeedi R. Waste management in primary healthcare centres of Iran. *Waste Management & Research*. 2009;27(4):354-61.
 19. Ojaghi A, Fataei E, Gharibi Asl S, Imani AA. Construction, design and testing of infectious waste decontamination device by mechanical and chemical methods, Imam Khomeini Hospital, Sarab, Iran: A case study. *Journal of Health Sciences & Surveillance System*. 2021 Jul 1;9(3):184-90.
 20. Malakootian M, sadeghi M, dowlatshahi S. Evaluation Function of Non-Hazardous Non-Incineration Waste Devices in Kerman and Sirjan Hospitals in the Year 2013. *Journal of Hospital*. 2015;14(1):77-84 (in Persian).
 21. Torkashvand J, Pasalari H, Jonidi-Jafari A, Kermani M, Nasri O, Farzadkia M. Medical waste management in Iran and comparison with neighbouring countries. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2022 Sep 26;102(12):2805-18.
 22. Lagos Palomino L, Rueda Torres L, Sanchez Holguin G, Soncco Llulluy F, Rosales Rimache J. Performance evaluation of the sterilization process with Bowie & Dick test and biological indicator in the quality control of a blood bank in Peru. *Medicine*. 2023;102(45):e35293.
 23. Eslami A, Nowrouz P, Sheikholeslami S. Status and challenges of medical waste management in hospitals of Iran. *Civil Engineering Journal*.

- 2017;3(9):741-48.
24. Ashtari A, Tabrizi JS, Rezapour R, Maleki MR, Azami Aghdash S. Health care waste management improvement interventions specifications and results: a systematic review and meta-analysis. *Iranian Journal of Public Health*. 2020;49(9):1611.
25. Singh N, Ogunseitan OA, Tang Y. Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2022;52(11):2000-22.
26. Jonidi A, Bahari N, Nowroozi AA. 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*. 2019;5(1):15-26 (in Persian).
27. Rafie M, Abtahi M, Hajihosseini A. Performance evaluation of infectious wastes decontamination devices in general hospitals under the auspicious of Khoy University of Medical Sciences in 2020. *Journal of Health in the Field*. 2021;9(3):10-18 (in Persian).
28. Akbari N, Zare Mehrjardy S, Yousefi M. An evaluation of the performance of autoclave devices in the sterilization process using biological method in dental clinics of Birjand in 2019: Short communication. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2022;29(2):169-76 (in Persian).
29. Yaman C. Application of sterilization process for inactivation of bacillus stearotherophilus in biomedical waste and associated greenhouse gas emissions. *Applied Sciences*. 2020;10(15):5056.
30. Ahmadi D, Fadaei A. Efficiency evaluation of hospitals sterilization by biological and chemical methods. *Quality of Life*. 2021;20(1-2):23-30.
31. Bahmehi J, Yaghmaeian K, Mokhtari M. Investigating the health and economic evaluation of health-care wastes disinfection equipment of Tehran hospitals in 2016. *Journal of Environmental Health and Sustainable Development*. 2018;3(1):464-71.
32. Maamari O, Mouaffak L, Kamel R, Brandam C, Lteif R, Salameh D. Comparison of steam sterilization conditions efficiency in the treatment of infectious health care waste. *Waste Management*. 2016;49:462-68.



Available online: <https://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



Investigating the operation and maintenance status of medical waste decontamination devices in Golestan province

Abdolrahman Gharanjic¹, Ramazan Ali Dianati Tilaki¹, Samaneh Dehghan¹, Abutaleb Bay², Fathollah Gholami-Borujeni^{1,*}

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

2- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 18 January 2025
Revised: 09 April 2025
Accepted: 14 April 2025
Published: 16 September 2025

Keywords: Maintenance of sterilization devices, Health care waste, Disinfection, Waste management

***Corresponding Author:**
gholami_b_f@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: Proper operation and maintenance of hospital waste sterilization devices are crucial for preventing the spread of infections and hazardous diseases, as well as for safeguarding public health and the environment. This study aims to assess the operational and maintenance status of medical waste sterilization devices in public and private hospitals in Golestan Province.

Materials and Methods: This descriptive-analytical study was conducted in 17 public and 6 private hospitals in Golestan Province, all of which were equipped with vacuum steam autoclaves (without shredders) for medical waste sterilization. Monthly microbiological sampling was performed by an accredited environmental laboratory. Data were collected using standardized questionnaires and personal interviews, with results analyzed using frequency distributions, percentages, and central tendency measures.

Results: The overall microbial sterilization performance of the devices was 97.07%, indicating high efficacy in waste treatment. When comparing hospital types, public hospitals demonstrated a 96.93% satisfactory sterilization rate, while private hospitals performed slightly better at 97.22%. Regarding preventive maintenance, compliance was suboptimal, with public hospitals adhering to maintenance protocols 68.62% of the time, compared to 77.77% in private hospitals. Additionally, the sanitary conditions of sterilization device locations met required standards in 94.11% of public hospitals but only 69.05% of private hospitals, suggesting variability in facility upkeep.

Conclusion: To ensure device effectiveness and minimize risks in hospital waste management, implementing preventive maintenance programs and providing continuous staff training on proper device use are essential.

Please cite this article as: Gharanjic A, Dianati Tilaki RA, Dehghan S, Bay A, Gholami-Borujeni F. Investigating the operation and maintenance status of medical waste decontamination devices in Golestan province. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2025;18(2):267-82.

