

## بررسی عملکرد دستگاه سترون سازی زباله های عفونی بیمارستان شهید بهشتی کاشان و تعیین شرایط بهینه راهبری آن

محمد باقر میران زاده<sup>۱</sup>، محمد صباحی بیدگلی<sup>۲</sup>، علی رضا زرفشانی<sup>۳</sup>، محسن حیدری<sup>۴</sup>

نویسنده مسئول: اصفهان، کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط [Zarfeshanie@gmail.com](mailto:Zarfeshanie@gmail.com)

پذیرش: ۹۰/۰۷/۱۹

دریافت: ۹۰/۰۴/۲۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** یکی از روش های سترون سازی زباله های عفونی، استفاده از دستگاه اتوکلاو با بخار است. از آنجا که پارامترهای متفاوتی همچون دما، درجه حرارت و فشار در عملکرد فرایند اتوکلاو با بخار تاثیر دارند، لذا این تحقیق به منظور بررسی این پارامترها و تعیین شرایط بهینه راهبری دستگاه اتوکلاو بیمارستان شهید بهشتی کاشان انجام گرفت.

**روش بررسی:** در این مطالعه توصیفی - تحلیلی کیفیت عملکرد دستگاه اتوکلاو از طریق شاخص بیولوژیکی و به واسطه طراحی ۱۴۴ آزمون مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای نوع بسته بندی زباله در دو گروه (باز و بسته) و نوع بارگذاری در سه گروه (سبک، متوسط و سنگین) و ۴ ترکیب دما- زمان در فشار ثابت  $105\text{ kpa}$  مورد آزمون قرار گرفت. شاخص بیولوژیکی مورد استفاده از نوع (ATCC ۷۹۵۳) و محتوی اسپور باکتری ژئوباسیلوس استئاروترموفیلوس بود. به منظور تجزیه و تحلیل یافته ها از آزمون *Chi-Square* استفاده گردید.

**یافته ها:** نتایج آزمون آماری نشان داد که ارتباط معنی داری بین نوع بسته بندی زباله ها و نوع بارگذاری دستگاه و عملکرد سترون سازی زباله ها وجود نداشت ( $P > 0/05$ )، در صورتی که بین عملکرد دستگاه و متغیر دما- زمان ارتباط معنی داری مشاهده گردید ( $P < 0/05$ )، که نشان دهنده تاثیر دما و زمان در فشار ثابت برای فرایند سترون سازی زباله ها است.

**نتیجه گیری:** بر اساس یافته های این مطالعه بهترین شرایط بهره برداری از دستگاه اتوکلاو زباله های عفونی استفاده از ترکیب دما- زمان (۱۰ دقیقه و ۱۴۰ درجه سلسیوس) و (۱۵ دقیقه و ۱۳۴ درجه سلسیوس) در فشار ثابت  $101\text{ kpa}$  است. همچنین در شرایط توصیه شده توسط سازنده دستگاه در ترکیب دما- زمان (۲۰ دقیقه و ۱۲۱ درجه سلسیوس) فرایند سترون سازی زباله ها به طور کامل انجام نمی شود.

**واژگان کلیدی:** زباله های عفونی، سترون سازی، اتوکلاو، شاخص بیولوژیکی، راهبری بهینه، کاشان

۱- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۲- کارشناس ارشد بهداشت عمومی، مربی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۳- دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۴- دانشجوی دکترای بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

## مقدمه

اشتعال و خوردگی که به مراقبت ویژه نیاز دارند گفته می شود. همچنین بر اساس این آیین نامه چهار دسته اصلی پسماندهای پزشکی شامل ۱- پسماند عفونی ۲- پسماند تیز و برنده ۳- پسماند شیمیایی و دارویی ۴- پسماند عادی می باشد (۸).

کنترل زباله های عفونی بیمارستانی می تواند نقش اساسی در کاهش میزان عفونت های بیمارستانی و همچنین جلوگیری از آلودگی محیط زیست داشته باشد. به همین دلیل در هر بیمارستان بایستی برنامه مدیریت جامع و مدونی در خصوص جمع آوری و دفع این مواد زاید وجود داشته باشد (۹).

میزان تولید مواد زاید بیمارستانی در ایران اگر چه در بیمارستان های مختلف با توجه به نوع بیمارستان و خدماتی که در آن ارائه می شود متفاوت است ولی بر اساس مطالعات انجام گرفته در کشورمان مقدار آن در بیمارستان های اهواز، تهران، سنندج، تبریز، رشت و اراک به ترتیب عبارتند از ۲/۵۴ (۱۰)، ۲/۸۷ الی ۴/۴ (۱۱)، ۱/۹۲ (۱۲)، ۳/۴۸۶ (۱۳)، ۴/۴۸۲ (۱۴) و ۲/۹ (۱۵) کیلوگرم به ازای هر تخت بیمارستان در روز به دست آمده که از این میزان به طور متوسط ۱۰/۵ تا ۲۹/۵ درصد و در بعضی موارد تا ۳۴/۵ درصد آن از نوع زباله های عفونی می باشد (۱۶). بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت (۱۹۹۹)، میزان تولید پسماند به طور روزانه در بیمارستان های دانشگاهی ۸/۷-۴/۱، در بیمارستان های عمومی ۴/۲-۲/۱ و در بیمارستان های منطقه ای ۱/۸-۰/۵ کیلوگرم به ازای هر تخت می باشد (۱۶).

سرانه تولید زباله در سایر کشورها از جمله امریکای شمالی، امریکای لاتین، آسیای خاوری، انگلیس، اسپانیا و هند به ترتیب ۱۰-۷، ۳، ۴-۱/۸، ۲/۵، ۳ و ۱/۵ (۱۷ و ۱۸) کیلوگرم به ازای هر تخت در روز است. در کشور نیجریه میزان تولید زباله ها در بیمارستان ها بین ۰/۵۶ تا ۰/۶۷ کیلوگرم به ازای هر تخت بوده که از این میزان ۲۶ تا ۳۷ درصد آن جزو زباله های عفونی بوده است (۱۹). مقدار تولید زباله های بیمارستانی در کشور کره جنوبی بین ۰/۱۴ تا ۰/۴۹ کیلوگرم به ازای هر تخت در روز با فرض انتقال ۱۰ درصد برای هر تخت است (۹).

## طبق تعریف RCRA (Resource Conservation and

Recovery Act) زباله خطرناک شامل ترکیبی از زباله است که به علت کیفیت، غلظت یا ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و عفونت زایی آن، ممکن است در درجه اول منجر به شیوع قابل توجه مرگ و میر شود و یا باعث عوارض جدی غیرقابل برگشت یا ناتوانی های قابل برگشت گردد و در درجه دوم اهمیت می تواند باعث ظاهر شدن عوامل بالقوه خطر در افراد گردد و این زمانی رخ می دهد که زباله به خوبی تصفیه، ذخیره سازی، منتقل و یا دفع نشده باشد (۱). همچنین مطابق با گزارش کنوانسیون بازل (BASEL) این گونه زباله ها دارای خواصی همچون پرتوزایی، عفونت زایی، قابلیت انفجار و اشتعال و سمیت نیز می باشند (۲). از این رو زباله های تولیدی مراکز درمانی و بیمارستانی و همچنین مراکز دندانپزشکی به دلیل دارا بودن پاتوژن ها و عوامل بیماری زا در گروه مواد زاید خطرناک تقسیم بندی می شوند (۳ و ۴). پسماند های پزشکی خطرناک به دو گروه دسته بندی شده اند: الف) پسماندهای عفونی و بالقوه عفونی و ب) پسماند های خطرناک غیر عفونی (۵). طبق تعریف سازمان جهانی بهداشت (WHO) پسماند عفونی، پسماندی است که حاوی پاتوژن ها در غلظت یا مقدار کافی که سبب بیماری در میزبان حساس می گردد باشد (۶). زباله های عفونی شامل خون و فرآورده های خونی، زباله های پاتولوژیک و بافت های آلوده همراه با محیط های کشت میکروبی، سرسوزن و سرنگ و لوازم نوک تیز مصرف شده، ترشحات بینی، خلط و مدفوع بیماران و سایر مواد زاید تولیدی در بخش اورژانس، اتاق عمل و محل بستری بیماران می باشد (۷). در ایران نیز بر اساس ضوابط و روش های مدیریت پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته، پسماند پزشکی ویژه به کلیه پسماندهای عفونی و زیان آور ناشی از بیمارستان ها و مراکز بهداشتی و درمانی و آزمایشگاه های تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت و بیماری زایی و قابلیت انفجار یا

دفن بهداشتی می نمایند. برای بررسی عملکرد دستگاه های سترون سازی با بخار از شاخص های بیولوژیکی و شیمیایی استفاده می شود که در این بین کاربرد شاخص بیولوژیکی بسیار متداول تر و مطمئن تر است. شاخص های شیمیایی به صورت نوار یا برچسب های آغشته به جوهر حساس به افزایش درجه حرارت و فشار می باشند و در موقع استفاده از دستگاه اتوکلاو آن را در داخل اتوکلاو و بروی بسته های زباله می چسبانند و در نهایت در اثر تغییرات درجه حرارت و فشار و حتی زمان ماند تغییر رنگ می دهند و از روی این تغییر رنگ می توان به مناسب بودن یا نبودن شرایط فرایند سترون سازی از نظر دما و فشار و زمان پی برد (۲۳). شاخص های بیولوژیکی که ایده آل ترین روش برای پایش عملکرد دستگاه اتوکلاو می باشد در این روش از مقاوم ترین میکروارگانیسم ها (اسپور باسیلوس ها) استفاده می گردد. غیرفعال شدن اسپور باسیلوس ها به معنای از بین رفتن سایر میکروارگانیسم های پاتوژن و نشانه کامل بودن فرایند سترون سازی در اتوکلاو است (۲۴).

در مطالعه ای که Shinohara و همکاران در ژاپن (۲۰۰۶) انجام دادند، رابطه معنی داری بین میزان بارگذاری و تعداد لایه های بسته بندی و عملکرد اتوکلاو از طریق پایش بیولوژیکی اتوکلاو های آزمایشگاهی، به دست آوردند (۲۵).

همچنین در مطالعه رضوی و همکاران (۱۳۸۸) با ارزیابی کردن پارامترهای میزان آگاهی، سواد و سابقه کار اپراتورها با پایش بیولوژیکی ۵۹ دستگاه اتوکلاو ۱۴ بیمارستان وابسته به دانشگاه علوم پزشکی تهران، ارتباط معنی داری بین عملکرد بهینه اتوکلاو و پارامترهای میزان آگاهی، سواد و سابقه کار اپراتور برقرار شد (۲۶).

در حال حاضر در بسیاری از کشورها در مراکز درمانی و بیمارستانی از این روش برای سترون سازی زباله های عفونی استفاده می شود. در بیمارستان شهید بهشتی کاشان روزانه ۲/۹ کیلوگرم زباله به ازای هر تخت تولید می شود که حدود ۲۰ درصد آنها زباله های عفونی است که آنها را به صورت جداگانه در کیسه های پلاستیکی مشکی رنگ جمع آوری می نمایند.

بنابر گزارش سازمان جهانی بهداشت (WHO) از کل زباله تولیدی در مراکز بهداشتی درمانی، تنها ۲۵-۱۵ درصد آن از نوع عفونی می باشد (۶). در کشور های رو به پیشرفت حدود ۸۰ درصد پسماندهای بیمارستانی از نوع پسماند عادی و بی خطر، ۱۵ پسماند عفونی، ۱ درصد پسماند نوک تیز، ۳ درصد پسماند شیمیایی و کمتر از ۱ درصد از نوع پسماند ویژه می باشد (۲۰).

یکی از روش های بسیار متداول برای از بین بردن زباله های عفونی بیمارستانی که از سالیان قبل مورد استفاده قرار می گرفته، نصب دستگاه زباله سوز بوده است. از معایب این دستگاه می توان به مواردی همچون سرمایه گذاری اولیه بالا، آلودگی هوا، مشکلات بهره برداری، نگهداری، استهلاک بالا و نیاز به پرسنل متخصص و آموزش دیده و ... اشاره نمود. به همین دلیل دستگاه های زباله سوز بیمارستانی اکثرا از کارایی لازم برخوردار نبوده و حتی در بسیاری از موارد نیز این دستگاه بعد از مدتی استفاده به صورت غیر فعال باقی مانده اند (۲۱). به همین منظور اخیرا از طریق وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی استفاده از دستگاه های اتوکلاو برای بی خطر سازی زباله های عفونی بیمارستانی پیشنهاد شده و نمونه های زیادی از آنها در بیمارستان های سراسر کشور از جمله بیمارستان ۴۰۰ تخت خوابی شهید بهشتی کاشان نصب و راه اندازی شده است. براساس بررسی های انجام شده در حال حاضر در ۶۰ درصد از بیمارستان های شهر اراک از دستگاه اتوکلاو برای بی خطر سازی زباله های عفونی قبل از دفع نهایی استفاده می شود (۱۵).

اتوکلاو دستگاهی است که از آن جهت سترون سازی وسایل پزشکی و اطاق عمل و همچنین سترون سازی زباله های بیمارستانی استفاده می شود. در این دستگاه در حضور بخار آب و فشار و زمان تماس کافی و درجه حرارت مناسب (فشار ۱۰۱ kpa، زمان ۳۰-۱۵ دقیقه و درجه حرارت ۱۲۱ درجه سلسیوس) (۲۲)، زباله ها سترون سازی شده و سپس باقی مانده آنها را که بدون خطر می باشد همراه با زباله های شهری

ارغوانی به زرد تغییر رنگ می نماید (۲۶). بدین منظور پس از انجام فرایند استریلیزاسیون، ویال را از اتوکلاو خارج کرده و با فشار دادن ویال، آمپول شیشه ای داخل آن را شکسته تا مایع محیط کشت در تماس با دیسک حاوی اسپور قرار گیرد، سپس به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در حرارت ۵۶-۵۵ درجه سلسیوس در گرم خانه قرار داده، سپس مورد ارزیابی قرار می گرفت. تغییر رنگ مایع از ارغوانی به زرد و یا ایجاد کدورت نشانه مثبت بودن تست و نقص عملکرد دستگاه می باشد (۲۹).

### حالات نمونه برداری

به منظور تعیین حالت بهینه عملکرد اتوکلاو در سترون سازی زباله های عفونی بیمارستانی ۲۴ حالت مختلف به شرح زیر پیش بینی گردید:

**نوع بسته بندی:** به منظور بررسی تعیین تاثیر نوع بسته بندی در سترون سازی زباله ها دو حالت زیر تعریف گردید:

**الف. بسته بندی باز:** در این حالت زباله ها بدون بسته بندی در داخل دستگاه اتوکلاو قرار داده می شد (Unwrapped).

**ب. دارای بسته بندی:** در این حالت مواد زاید در داخل بسته بندی (Safety Box) قرار می گرفت و سپس در داخل اتوکلاو قرار داده می شد (Wrapped).

**نوع بارگذاری:** به منظور بررسی تاثیر نوع بارگذاری در عملکرد سترون سازی دستگاه سه حالت زیر تعریف گردید:

**الف. بارگذاری سبک:** در این حالت کمتر از ۳۵٪ ظرفیت حجمی مخزن اتوکلاو از زباله پر می شد.

**ب. بارگذاری متوسط:** در این حالت بین ۷۵-۳۵٪ ظرفیت حجمی مخزن اتوکلاو از زباله پر می شد.

**ج. بارگذاری سنگین:** در این حالت ۷۵٪ و بیش از ۷۵٪ از ظرفیت حجمی مخزن اتوکلاو از زباله پر می شد.

### شرایط دما- زمان

در رابطه با پارامترهای دما- زمان چهار حالت زیر در فشار ثابت ۱۰۱ kpa به شرح جدول ۱ تعریف گردید:

وزن زباله های عفونی تولیدی در این بیمارستان در حدود ۲۴۰ کیلوگرم در روز است. سایر زباله های غیر عفونی تولیدی در بیمارستان نیز توسط شهرداری کاشان به همراه سایر زباله های شهری به محل دفن بهداشتی منتقل می گردد (۲۷). دستگاه اتوکلاو بیمارستانی شهید بهشتی کاشان با ظرفیت متوسط ۱۰۰۰ کیلوگرم در روز در دی ماه ۱۳۸۷ نصب و راه اندازی شده است و در حال حاضر نیز از آن برای سترون سازی زباله های عفونی بیمارستان استفاده می شود. به منظور بررسی عملکرد این دستگاه در امحای زباله های عفونی و همچنین به دست آوردن شرایط بهینه راهبری اتوکلاو، این مطالعه در سال ۱۳۸۹ انجام گردید.

### مواد و روش ها

این مطالعه به روش توصیفی - تحلیلی مقطعی در سال ۱۳۸۹ جهت بررسی عملکرد دستگاه اتوکلاو زباله های عفونی بیمارستان شهید بهشتی کاشان انجام گرفت. در این مطالعه عملکرد دستگاه اتوکلاو از بعد بیولوژیکی که مهم ترین روش پایش است، مورد بررسی قرار گرفت. تاثیر نوع بسته بندی زباله ها با تفکیک آزمون ها به دو دسته آزمون های با بسته بندی باز و آزمون های با بسته بندی بسته بررسی شد. متغیر مستقل نوع بارگذاری در سه سطح (۲۵) و حالت ترکیبی دما-زمان در ۴ سطح طراحی گردید. بر این اساس برای انجام مطالعه ۱۴۴ آزمون در نظر گرفته شد.

شاخص بیولوژیکی به کار رفته جهت پایش شامل ویال (ATCC ۷۹۵۳) (American Type Collection Culture) بود که در بردارنده (۱۰<sup>۵</sup>CFU) باکتری ژئوباسیلوس استئاروتروموفیلوس (*Geobacillus stearothermophilus*) می باشد (۲۴ و ۲۸). این شاخص بیولوژیکی شامل یک ویال پلاستیکی حاوی یک آمپول شیشه ای دارای محیط کشت مستعد و در کف ویال یک دیسک اسپور باکتری می باشد. محیط کشت علاوه بر دارا بودن مواد مغذی جهت رشد باکتری، دارای شاخص (pH) نیز می باشد و در صورت رشد باکتری و تغییر (pH)، محیط از رنگ

جدول ۲ ارایه شده است. نتایج ارایه شده در جدول فوق نشان می‌دهد که در گروه بسته بندی بسته (Wrapped) در حالت بارگذاری سبک در سه حالت دما- زمان A (زمان ۱۰ دقیقه و دما ۱۴۰ سانتی گراد)، B (زمان ۱۵ دقیقه و دما ۱۳۴ سانتی گراد) و C (زمان ۲۰ دقیقه و دما ۱۲۸ سانتی گراد) در تمام موارد (۱۰۰٪) نتیجه پایش مطلوب بود و حالت غیر مطلوب وجود نداشته است. در همین گروه بسته بندی و بارگذاری متوسط در حالت D (زمان ۳۰ دقیقه و دما ۱۲۱ سانتی گراد) در تمام حالات (۱۰۰٪) نتیجه پایش نامطلوب بوده و حالت مطلوب وجود نداشت.

در گروه بسته بندی باز نیز در حالت بارگذاری سبک در سه حالت دما- زمان A و B و C، ۶۶/۷٪ موارد پایش مطلوب و ۳۳/۳٪ موارد نامطلوب بوده است. در بارگذاری متوسط در همین گروه بسته بندی (بسته بندی باز) در دو حالت A و B در تمام موارد (۱۰۰٪) نتیجه پایش مطلوب بوده و حالت نامطلوب وجود نداشته است و در حالت C هیچ حالت مطلوبی وجود نداشته و تمام موارد (۱۰۰٪) نامطلوب بوده است. در جدول ۳ نیز نتایج ارزیابی پایش بیولوژیکی دستگاه اتوکلاو، بدون توجه به نوع بسته بندی و نوع بارگذاری و برحسب چهار حالت دما- زمان (A و B و C و D) ارایه شده است. از ۱۴۴ آزمون بیولوژیکی انجام گرفته نتیجه ۱۰۷ مورد آن مطلوب و ۳۳ مورد نامطلوب بوده است.

### بحث

یافته های به دست آمده از این مطالعه نشان داد که در ارزیابی عملکرد بیولوژیکی اتوکلاو در گروه بسته بندی باز (N=۷۲)، بیشترین تعداد حالت مطلوب در بارگذاری سبک مربوط به حالت ترکیب دما- زمان D ( زمان ۳۰ دقیقه و دما ۱۲۱ سانتی گراد) و در بارگذاری متوسط مربوط به ترکیب دما- زمان A (زمان ۱۰ دقیقه و دما ۱۴۰ سانتی گراد) و B (زمان ۱۵ دقیقه و دما ۱۳۴ درجه سانتی گراد) و در بارگذاری سنگین مربوط به ترکیب دما- زمان D و در همین گروه بیشترین حالت

جدول ۱: شرایط دما- زمان برای بررسی عملکرد دستگاه سترون سازی زباله های عفونی بیمارستان شهید بهشتی کاشان

حالت	A	B	C	D
زمان (min)	۱۰	۱۵	۲۰	۳۰
دما (°C)	۱۴۰	۱۳۴	۱۲۸	۱۲۱

بر اساس بارگذاری و نوع بسته بندی ورودی زباله به دستگاه جهت پایش عملکرد آن، شش حالت زیر مورد بررسی قرار گرفت:

- ۱- بارگذاری سبک + زباله دارای بسته بندی
- ۲- بارگذاری سبک + زباله فاقد بسته بندی
- ۳- بارگذاری متوسط + زباله دارای بسته بندی
- ۴- بارگذاری متوسط + زباله فاقد بسته بندی
- ۵- بارگذاری سنگین + زباله دارای بسته بندی
- ۶- بارگذاری سنگین + زباله فاقد بسته بندی

با توجه به دو حالت بسته بندی (باز و بسته) و سه حالت بارگذاری (سبک، متوسط و سنگین) و چهار حالت دما- زمان و شش مرحله تکرار در مجموع ۱۴۴ مرحله نمونه برداری و پایش انجام گرفت. به منظور ارزیابی دستگاه اتوکلاو، ویال بیولوژیکی را درون (Safety Box) با دریچه نیمه باز گذاشته و آن را در مرکز اتوکلاو قرار داده و پس از طی فرایند سترون سازی، شاخص را از درون ظرف خارج گردیده و مورد ارزیابی قرار می گرفت. در نهایت با استفاده از چک لیست طراحی شده اطلاعات پژوهش جمع آوری و نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS و شاخص های آماری فراوانی مطلق، فراوانی نسبی توصیف و تحلیل داده ها با استفاده از آزمون Chi-Square مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### یافته ها

نتایج حاصل پایش بیولوژیکی دستگاه اتوکلاو زباله های عفونی بیمارستان شهید بهشتی کاشان در دو حالت بسته بندی باز و بسته و در سه حالت بارگذاری سبک، متوسط و سنگین و چهار حالت دما- زمان (A, B, C, D) و شش مرحله تکرار در

تعداد حالت مطلوب در بارگذاری سبک مربوط به ترکیب دما-زمان A و B و C و در بارگذاری متوسط و سنگین مربوط به ترکیب دما-زمان A و B بوده است. همچنین در همین گروه (بسته بندی شده) بیشترین حالت نامطلوب مربوط به ترکیب دما-زمان D می باشد که نشان می دهد، اتوکلاو در این حالت دارای کمترین کارایی جهت از بین بردن پاتوژن ها می باشد.

نامطلوب مربوط به ترکیب دما-زمان C (زمان ۲۰ دقیقه و دما ۱۲۸ سانتی گراد) بوده است که نشان می دهد بهره برداری از اتوکلاو در زمان ۲۰ دقیقه و حرارت ۱۲۸ سانتی گراد دارای کمترین کارایی جهت بی خطر سازی زباله های عفونی بیمارستان می باشد. علاوه بر این، یافته های مطالعه نشان داد که در ارزیابی عملکرد بیولوژیکی اتوکلاو در گروه بسته بندی بسته (N=۷۲)، بیشترین

جدول ۲: نتایج پایش عملکرد بیولوژیکی دستگاه اتوکلاو زباله عفونی بیمارستان شهید بهشتی کاشان در حالات مختلف بارگذاری و شرایط دما- زمان در فشار ثابت

نوع بارگذاری	حالت دما - زمان	گروه بسته بندی بسته (n=۷۲)		گروه بسته بندی باز (n=۷۲)					
		حالت مطلوب	حالت نامطلوب	حالت مطلوب	حالت نامطلوب				
		تعداد	درصد	تعداد	درصد				
بارگذاری سبک	A	۶	۱۰۰	۰	-				
	B	۶	۱۰۰	۰	-				
	C	۶	۱۰۰	۰	-				
	D	۵	۸۳/۳	۱	۱۶/۷				
بارگذاری متوسط	A	۶	۱۰۰	۰	-				
	B	۶	۱۰۰	۰	-				
	C	۲	۳۳/۳	۴	۶۶/۷				
	D	۰	-	۵	۸۳/۳				
بارگذاری سنگین	A	۶	۱۰۰	۰	-				
	B	۶	۱۰۰	۰	-				
	C	۵	۸۳/۳	۱	۱۶/۷				
	D	۰	۰	۶	۱۰۰				
کل	-	۵۴	۷۵	۱۸	۲۵	۵۳	۱۷/۶	۱۹	۲۶/۴

جدول ۳: نتایج ارزیابی پایش بیولوژیکی دستگاه اتوکلاو زباله های عفونی بیمارستان شهید بهشتی کاشان

حالت دما- زمان	نتیجه پایش بیولوژیکی	
	حالت مطلوب	حالت نامطلوب
	تعداد	درصد
A (زمان ۱۰ دقیقه و دما ۱۴۰ سانتی گراد)	۳۲	۸۸/۹
B (زمان ۱۵ دقیقه و دما ۱۳۴ سانتی گراد)	۳۲	۸۸/۹
C (زمان ۲۰ دقیقه و دما ۱۲۸ سانتی گراد)	۲۱	۵۸/۳
D (زمان ۳۰ دقیقه و دما ۱۲۱ سانتی گراد)	۲۲	۶۱/۱
n=۱۴۴	۱۰۷	۷۴/۳

بی خطر سازی زباله های عفونی برخوردار نخواهد بود. در مطالعه ای که توسط رضوی و همکاران بر روی ۵۹ دستگاه سترون سازی اتوکلاو بخار جهت سترون سازی لوازم پزشکی در بیمارستان های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شده است، نتایج پایش بیولوژیکی این دستگاه های اتوکلاو نشان داده که در فشار ۱۰۱ kpa و زمان ۳۰ دقیقه و حرارت ۱۲۱ سانتی گراد در ۹۵/۵٪ موارد نتیجه عملکرد جهت سترون سازی مطلوب بوده، که این نتیجه در مورد مطالعه حاضر در ترکیب دما- زمان D که شرایط آن مشابه مطالعه فوق می باشد برابر با ۶۱/۸٪ موارد مطلوب بوده که اختلاف زیاد نتایج آن با مطالعه، احتمالاً به این دلیل است که مطالعه رضوی و همکاران در مورد عملکرد اتوکلاوهای وسایل بیمارستان و اطاق عمل بوده، در صورتی که در مطالعه ما اتوکلاو در مورد نظر برای سترون سازی زباله های عفونی بیمارستانی بوده که از نظر ترکیب و میزان آلودگی بسیار با همدیگر تفاوت دارند. ضمناً اتوکلاوهای وسایل پزشکی دارای حجم کوچک هستند در صورتی که اتوکلاوهای زباله عفونی دارای حجم بسیار بزرگتری هستند (۲۶).

نتایج مطالعه ای در کشور هند بر روی روش های دفع زباله های عفونی بیمارستانی نشان داده که استفاده از ویال های بیولوژیکی جهت بررسی عملکرد اتوکلاوهای زباله های عفونی بسیار رضایت بخش بوده است و در بیش از ۸۰٪ از موارد نتیجه عملکرد اتوکلاوها مطلوب گزارش شده است و حتی پیشنهاد شده است که جهت سترون سازی بهتر زباله ها در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس، زمان سترون سازی به بیش از ۳۰ دقیقه افزایش یابد. مقایسه نتایج پایش بیولوژیکی در ۶۱/۸٪ موارد مطلوب بوده و نشان می دهد که باید یا زمان یا درجه حرارت افزایش یابد (۲). در کشور کره جنوبی و بعضی کشورهای دیگر نیز نتایج عملکرد دستگاه های اتوکلاو زباله های عفونی نشان داده که جهت سترون سازی بهتر دستگاه ها زمان سترون سازی در فشار ۱۰۱ kpa و حرارت ۱۲۱ سانتی گراد بایستی زمان به بیش از ۳۰ دقیقه افزایش یابد که این مورد نیز با نتیجه مطالعه

نتایج حاصل از آزمون آماری نشان داد که تفاوت مشاهده شده بین عملکرد اتوکلاو و نوع بسته بندی زباله ها (باز و بسته) و نوع بارگذاری (سبک، متوسط و سنگین)، معنی دار نمی باشد ( $P > 0/05$ )، یعنی زباله ها به هر طریق چه به صورت بسته بندی شده و یا بدون بسته بندی و همچنین حجم مخزن اتوکلاو، چه کاملاً پر باشد یا نیمه پر و یا ثلث آن پر باشد، تفاوتی در عملکرد سترون سازی زباله ها نخواهد داشت. علاوه بر این نتایج حاصل از آزمون آماری نشان داد که تفاوت مشاهده شده بین عملکرد مطلوب اتوکلاو و ترکیب حالات مختلف دما- زمان به صورت معنی دار می باشد ( $P < 0/05$ )، یعنی کاهش و افزایش دما و زمان در عملکرد مطلوب دستگاه اتوکلاو تاثیرگذار است. البته همان طور که در روش مطالعه نیز ذکر گردید در راهبری دستگاه های اتوکلاو سه پارامتر دما، زمان و فشار تاثیر گذار است، لیکن در این مطالعه پارامتر فشار در تمام آزمون ها ثابت نگه داشته شده است (۱۰۱ kpa) که علت آن این است که امکان تغییر فشار در دستگاه وجود نداشته است و در صورت افزایش به بیش از ۱۰۱ kpa احتمال خطر انفجار وجود داشته است. با توجه به نتایج ارایه شده در جدول ۳ بهترین شرایط برای راهبری دستگاه اتوکلاو زباله های عفونی بیمارستانی بر اساس یافته های این مطالعه حالت دما- زمان A (زمان ۱۰ دقیقه و دما ۱۴۰ سانتی گراد) و B (زمان ۱۵ دقیقه و دما ۱۳۴ سانتی گراد) است. در ترکیب دما- زمان A نتیجه ۳۶ آزمون بیولوژیکی به ۳۲ حالت مطلوب و ۴ حالت نامطلوب و در حالت B نیز از ۳۶ آزمون بیولوژیکی ۳۲ حالت مطلوب و ۴ حالت نامطلوب بوده است. در ترکیب دما- زمان C (زمان ۲۰ دقیقه و دما ۱۲۸ سانتی گراد) که بدترین شرایط برای راهبری دستگاه اتوکلاو بر اساس نتایج این مطالعه است. از مجموع ۳۶ آزمون بیولوژیکی ۲۱ حالت مطلوب و ۱۵ حالت نامطلوب بوده است و در مورد ترکیب دما- زمان D نیز از مجموع ۳۶ آزمون، ۲۲ آزمون نتیجه آن مطلوب و ۱۴ آزمون، نتیجه آن نامطلوب بوده است که نشان می دهد راهبری دستگاه اتوکلاو در ترکیب دما- زمان C و D از کارایی لازم جهت

### نتیجه گیری

به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که در مورد دستگاه‌های اتوکلاو زباله های عفونی بیمارستانی بهترین شرایط بهره‌برداری جهت سترون سازی زباله، ترکیب دما-زمان ۱۰ دقیقه و ۱۴۰ درجه سلسیوس و یا ۱۵ دقیقه و ۱۳۴ درجه سلسیوس در فشار ۱۰۱ kpa است. همچنین در تمام دستگاه‌های اتوکلاو بهترین عملکرد در ترکیب دما- زمان ۱۵ تا ۲۰ دقیقه و دما ۱۲۱ درجه سلسیوس به دست نخواهد آمد و لازم است که دما و یا زمان به بیش از این میزان افزایش یابد. همچنین با استفاده از شاخص بیولوژیکی می توان به عملکرد مطلوب یا نامطلوب دستگاه اتوکلاو در فرایند سترون سازی پی برد.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله مراتب تقدیر و تشکر از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان که تامین مالی این طرح را به عهده داشته اند به عمل می آید. همچنین از زحمات کارشناسان مهندسی بهداشت محیط، خانم‌ها نرجس زیلوچی، فاطمه میرزایی، فهیمه وکیلی و اپراتور محترم دستگاه اتوکلاو، آقای بادی زاده که در جمع آوری اطلاعات و انجام نمونه برداری‌ها و آزمایشات و نیز در سایر مراحل اجرایی طرح همکاری داشته‌اند تقدیر و تشکر می شود.

### منابع

1. United States Environmental Protection Agency. Solid waste and emergency response: introduction to hazardous waste identification. United States Environmental Protection Agency; 2005. Report No.: EPA530-K-05-012.
2. United Nations Environment Programme. Draft Technical Guidelines on Biomedical and Healthcare Wastes (UNEP). Technical Working Group of the BASEL Convention, Geneva. 2000. Report No.: UNEP/CHW/TWG/16/12.
3. Kolivand A, Nabizadeh R, Jafari AJ, Younesian M, Omrani GA. Quantity and quality analysis and

هم‌خوانی دارد، بدین معنی که جهت عملکرد بهتر دستگاه افزایش درجه حرارت و یا افزایش زمان می تواند منجر به بهبود عملکرد دستگاه شود (۱۹). همچنین مطالعه‌ای توسط (Sinochara) و همکاران در کشور ژاپن بر روی عملکرد یکی از دستگاه‌های اتوکلاو سترون سازی زباله های عفونی بیمارستانی از طریق شاخص بیولوژیکی، نشان داد که راهبری این دستگاه در درجه حرارت ۱۲۱ سانتی گراد و فشار ۱۰۱ kpa و زمان ۲۰ دقیقه منجر به سترون سازی کامل زباله نشده است و پیشنهاد نموده اند که زمان سترون سازی افزایش یابد، نتایج مطالعه ما نیز این مورد را به اثبات رسانید. علاوه بر این در این مطالعه ارتباطی بین عملکرد مطلوب دستگاه و بسته‌بندی زباله در لفاف بسته بندی یک لایه و بدون بسته‌بندی مشاهده نشده است، ولی اگر زباله‌ها در لفاف‌های دو لایه بسته بندی شوند، در این صورت عملکرد سترون سازی دستگاه کاهش یافته است. به عبارت دیگر ارتباط معنی داری بین عملکرد دستگاه و تعداد لایه های بسته بندی زباله ها دیده شده است. در ادامه نیز ارتباط معنی داری بین وزن زباله ها و عملکرد سترون سازی مشاهده نشده است که نتایج با مطالعه ما هم‌خوانی دارد ولی بین حجم زباله‌ها (بارگذاری) و عملکرد دستگاه ارتباط معنی‌داری مشاهده شده است که این مورد با مطالعه ما هم‌خوانی ندارد که علت آن احتمالاً به تفاوت زیاد حجم دستگاه در این دو مطالعه بوده است (۲۵).

- management of solid waste produced in dentistry laboratories and practical dentist offices in Hamedan, 2007. Iranian Journal of Health and Environment. 2009;2(1):36-45 (in Persian).
4. Karami M.B, Khalesi N, Dawoodi R, Jafari A. Hospital waste management in Kermanshah hospitals. Proceedings of the 3rd Environmental health conference; 2000 Nov1-3; Kerman, Iran (in Persian).
5. Naddafi K, Nabizadeh R, Hassanvand MS, Mesdaghinia AR, Yaghmaeian K, Momeniha F. Investigation of existing status of hazardous wastes management in central pardis of Tehran university

- medical sciences, Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2009;2(3):214-23 (in Persian).
6. Pruss A, Giroult E, Rushbrook P. Safe management of wastes from health-care activities. Geneva, Switzerland: WHO Publication; 1999.
  7. Omrani GA, Alavi N. Hospital Waste. Tehran: Andisheh rafih; 2004 (in Persian).
  8. Islamic Republic of Iran EPA. Medical waste and waste-related enforcement regulations. Tehran: Iranian Environmental Protection Agency and Department of Health and Medical Education; 2007. Report No.: 1901/56061 (in Persian).
  9. Yong-chul J, Cargo L, Oh-sub Y. Medical waste management in Korea. Journal of Environment Management. 2005;82:1-9.
  10. Omrani GA, Amoei A. Quantity and quality of medical waste in Ahvaz Hospital. Iranian Journal of Public Health. 1998;27:1-4 (in Persian).
  11. Dehghani MH, Azam K, Changani FA, Dehghanifard E. Assessment of medical waste management in educational hospitals of Tehran university medical sciences. Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2008;5(2):131-36.
  12. Firozmanesh M. Quantity and quality and collection of hospital waste in Sanandaj. Proceedings of the 3rd Environmental health conference; 2000 Nov1-3; Kerman, Iran (in Persian).
  13. Taghipour H, Mosaferi M. Characterization of medical waste from hospitals in Tabriz, Iran. Science of the Total Environment. 2008;407(5):1527-35.
  14. Ashrafi SD, Omrani GA, Nabizadeh Noudehi R. Special attention to medical waste management in private hospitals of Rasht. Environmental Science and Technology. 2006;8(1):96-104.
  15. Dehghani 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;49(1):93-104 (in Persian).
  16. Omrani GA. Introduction to hospital waste management. Tehran: Health Research Institute; 1996 (in Persian).
  17. Pruss A, Ansari H, Ebadi Fard Azar F. Disinfection and Disposal of Hospital Waste. Tehran: Samat Publication; 2003 (in Persian).
  18. Chandra H. Hospital waste: An environmental hazard and its management. C. Newsletter of ISEB, India. 1999;5(3):80-5.
  19. Longe EO, Williams A. A preliminary study of medical waste management in Lagos Metropolis, Nigeria. Iranian J of Environ. Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2006;3(2):133-9.
  20. Masumi Asil H, Zahraie M, Majidpur A, Nateghian A.R, Afhami S, Rahbar M. National Guideline of nosocomial infections surveillance. Tehran, Iran: Department of Health and Medical Education, Center for Disease Management; 2006 (in Persian).
  21. Omrani GA, Etabi F, Sadeghi M. Comparison of technical health and economic concept of Hospital waste disposal. Environmental Science and Technology. 2008;9(2):37-45.
  22. Cole EC, Pierson TK, Greenwood DR, Leese KE, Foarde KK. Guidance for evaluating medical waste treatment technologies. Washington DC: USEPA; 1993.
  23. American National Standard. Association of Medical Instrumentation (AAMI). Sterilization of health care products chemical indicators. New York: American National Standard. Association of Medical Instrumentation; 2010. Report No.: 11140-1.
  24. Shinohara K, Takagi H, Sugiyama K, Kurata T, Takizama T, Watahiki M. Temperature distribution of waste in autoclave. National Institute of Infectious Diseases, Japan; 2006 [cited 2011 Jul 9]. Available from: <http://www. absa50.org/pdf/144shinohara.pdf>.
  25. Razavi M, Dabiran S, Saboni Z. Efficiency evaluation of hospital sterilization devices by biological methods and factors effects on that. Scientific Journal of I.R.I Medical Organization. 2010;27(1):36-42 (in Persian).
  26. Mostafaei GR, Droudgar A, Iranshahi L. Physical analysis of hospital waste in Kashan hospital. Journal of Feyz. 2003;31:56-61 (in Persian)
  27. Shahabi A, Asadi M. Autoclave Operation Guideline. Iranian Ministry of Health and Medical Education. Parsa Publication. 2009 (in Persian).
  28. Hugo WB. A brief history of heat and chemical preservation and disinfection. Journal of Applied Bacteriology. 1991;71(1):9-18.

## **Study on Performance of Infectious Waste Sterilizing Set in Kashan Shahid Beheshti Hospital and Determination of its Optimum Operating Condition**

Miranzadeh M.B.<sup>1</sup>, Sabahi Bidgoli M.<sup>1</sup>,\*Zarfeshani A.R.<sup>1</sup>, Heidari M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

<sup>2</sup>Department of Environmental Health Engineering, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Received; 12 July 2011 Accepted; 11 October 2011

### **ABSTRACT**

**Background and Objectives;** Autoclaving is one of the methods which sterilizes infectious solid wastes. Since variety of parameters such as temperature, time, and pressure influence autoclave performance, this study was carried out to evaluate the parameters and set optimum condition for the autoclave apparatus applied in Shahid Beheshti Hospital in Kashan.

**Materials and Methods:** In this descriptive-analytical study, the performance of subjected autoclave was surveyed based on biological index and through setting 144 tests. Variables were packaging type in two groups (open and wrapped), loading type in three groups (light, medium and heavy), and four temperature-time features in fixed pressure equal to 101 kpa. Biological index was ATCC 7953 which contained *Stearotermophilus Geobacillus* spores. Finally obtained results were analyzed by Chi-Square test.

**Results:** The results of statistical test showed that there isn't any meaningful relation between packaging type of waste, system loading, and efficiency of sterilization ( $P > 0.05$ ), while meaningful relation was found between system performance and variety states of temperature-time feature ( $P < 0.05$ ), illustrating temperature and time effects in fixed pressure on sterilization of solid waste.

**Conclusion:** Based on the results, the best autoclave operational condition for sterilizing infectious solid wastes are: temperature-time equal to 10 min-140°C and 15 min-134°C in fixed pressure of 101 kpa, respectively. It was also revealed that temperature-time condition suggested by manufactory, i.e. 20min-121°C, is not sufficient for complete sterilization of solid waste.

**Keywords:** Infectious solid waste, Sterilization, Autoclave, Biological indicator, Optimum operation, Kashan

---

\*Corresponding Author: [Zarfeshanie@ymail.com](mailto:Zarfeshanie@ymail.com)

Tel: +98 361 5550021, Fax: +98 361 5550111