



تجربه های جهانی و چالش های محلی در مدیریت پسماندهای بیمارستانی

فائزه کایدی^{۱*}، محمدعلی حیدری^۲.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی، گروه علوم زیستی، دانشکده مهندسی مواد و فناوری های نوین، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، استان تهران، ایران. faezeh.kayedi@yahoo.com.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی جانوری، دانشگاه شهید چمران اهواز، استان خوزستان، ایران.

Mohammadali.he@yahoo.com

خلاصه

یکی از چالش های اصلی حوزه بهداشت و درمان، مدیریت پسماندهای پزشکی- بیمارستانی است. بسیاری از این زباله ها خطرناک (زباله های عفونی، پاتولوژیک، اشیای تیز و برنده، زباله های دارویی و ضایعات ژنوتوکسیک) و برخی بی خطرند. انتخاب مکان و روش مناسب برای جمع آوری، دفن، بازیافت و تکنولوژی پالایش این زباله ها ضروری است تا از آثار زیانبار این پسماندها بر محیط زیست و سلامت افراد (مستقیم یا غیرمستقیم) و صرف هزینه های گزاف پاک سازی در آینده جلوگیری شود. این مطالعه با هدف مرور بر متون پژوهشی پیرامون مدیریت پسماندهای بیمارستانی در داخل و خارج از کشور انجام شد. نتیجه کلی حاصل از این مطالعه نشان داد که با وجود قانون مدیریت پسماند و آیین نامه های اجرایی، نظارت و آموزش ناکافی کارکنان و نیروهای بهداشتی، عدم تفکیک پسماندهای بیمارستانی، نبودن لوازم حفاظت فردی مخصوص، عدم وجود دستگاه ها و امکانات لازم برای بی خطر سازی پسماندهای عفونی و ژنوتوکسیک از جمله چالش هایی هستند که کشور ما با آن رو به رو است. برای این امر راهکارهایی در سایر کشورها استفاده شدند که شامل استریلیزاسیون با حرارت مرطوب، استریل کردن با حرارت خشک، دفع بسته بندی در کپسول، جداسازی زمین شناسی، دفع از طریق چاه های عمیق، تقطیر، فیلتراسیون، تابش، سوزاندن و ... است. با آگاهی و شناخت کامل از کمیت و کیفیت پسماندهای بیمارستانی، شیوه نگهداری، جمع آوری، حمل و نقل، روش های بی خطر کردن و دفع آنها می توان مدیریت پسماندهای بیمارستانی را در کشور بهبود بخشید.

کلمات کلیدی: پسماند پزشکی، بیمارستان، مدیریت، روش های دفع، بی خطر کردن.

۱. مقدمه

زباله هر چیزی است که از مصرف مواد طبیعی توسط انسان، حیوان و کلیه موجودات زنده تولید می شود و یا موادی که از مصارف صنایع تولید می شوند و دیگر ارزشی ندارند [۱]. زباله های مربوط به حوزه ی بهداشت و درمان، نوعی از زباله ها هستند که شامل هر دو گروه خطرناک و غیرخطرناک هستند و محدوده ی وسیعی از مواد را شامل می شوند. پسماندهای حوزه ی بهداشت و درمان، شامل تمام زباله هایی است که براساس فعالیت های پزشکی و درمانی در بیمارستان ها، مراکز بهداشتی، مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه های مربوط به پزشکی تولید می شوند. علاوه براین، زباله هایی که در خانه ها به منظور مراقبت های پزشکی نیز تولید می شوند در این دسته از زباله ها قرار می گیرند [۲]. پسماندهای



بیمارستانی با محتوای زباله های عفونی، پاتولوژیک، اشیای تیز و برنده، زباله های دارویی و ضایعات ژنوتوکسیک در زمره پسماندهای خطرناک قرار دارند. در این میان پسماندهای ژنوتوکسیک اثرات بسیار مخرب موتاژنیک و تراژنیک برای انسان دارند. پسماندهای ژنوتوکسیک به داروهای ساینوتوکسیک، شیمیایی و رادیواکتیو، که در درمان سرطان و یا درمان پیوند اعضا به کار میروند، اطلاق می شوند [۳]. پسماندهای غیرخطرناک شامل بسته بندی، پسماندهای غذایی، اسپری، کاغذ و مقوا و غیره است. مطالعات انجام گرفته در حوزه مدیریت زباله های بهداشت و درمان قابل تقسیم به چند دسته می باشند؛ ولی به طور کلی میتوان آنها را به دو دسته ی عفونی و غیرعفونی تقسیم بندی کرد. بررسی زباله ها از نظر ماهیت و ترکیب فیزیکی، به انتخاب و طراحی روشی مناسب جهت دفع این پسماندها کمک می کند [۴]. حدود ۸۰ تا ۲۵ درصد این زباله ها را زباله های عفونی تشکیل می دهند که در زمره ی مواد خطرناک قرار میگیرند. زباله های عفونی، زباله هایی هستند که قبل از انهدام یا بازیافت باید بی خطر سازی شوند [۵]. داشتن تعریف دقیق از زباله های عفونی و غیرعفونی و آموزش کارکنان به منظور جداسازی زباله در محل تولید با هدف کاهش میزان زباله های عفونی که کمک قابل توجه ای به کاهش هزینه ها و ریسک های سلامت و محیط می شود، رابطه مستقیم دارند [۶].

پسماند مراقبت های بهداشتی عمدتاً شامل پسماندهای پاتولوژیک، عفونی، شیمیایی، دارویی و خانگی، همچنین اشیای تیز که با خون، عوامل عفونی، بافت ها، اعضا و غیره آلوده شده اند [۷]. پسماند تولید شده از بیمارستان ها اکنون به عنوان یک مشکل جدی شناخته می شود که ممکن است اثرات مخربی بر محیط زیست یا انسان ها از طریق تماس مستقیم یا غیرمستقیم داشته باشد. قرار گرفتن در معرض پسماند خطرناک مراقبت بهداشتی می تواند منجر به بیماری یا آسیب شود [۸]. در سراسر جهان، حدود ۵.۲ میلیون نفر (شامل ۴ میلیون کودک) هر ساله به دلیل بیماری های مرتبط با پسماند جان خود را از دست می دهند [۹]. بیماری هایی مانند تیفوس، وبا، ایدز و هپاتیت ویروسی B می توانند از طریق مدیریت نامناسب پسماند خطرناک بیمارستانی منتقل شوند [۱۰]. همچنین آلودگی محیط زیست ممکن است به دلیل بوی نامطبوع، مگس، سوسک، جوندگان و آفات، همچنین آلودگی آب های زیرزمینی توسط پسماند پزشکی تصفیه نشده در محل های دفن زباله ایجاد شود [۱۱].

در زمان شیوع بیماری کووید ۱۹، سازمان بهداشت جهانی و بسیاری از مراکز کنترل، دستورالعمل هایی را برای کارکنان بهداشتی-درمانی که در معرض خطر اصلی این بیماری هستند، صادر کردند [۱۲]. این سازمان ها استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) را که می توانند مانعی بین فرد آلوده و سالم ایجاد کنند، توصیه کرد، مانند: دستکش، ماسک، شیلد صورت، چکمه های بارانی و دستگاه تنفسی تصفیه کننده هوا [۱۳]. استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) منجر به تولید پسماند پلاستیکی پس از استفاده می شود، زیرا بسیاری از آنها از پلاستیک ساخته شده اند [۱۴]. در آن زمان بیمارستان ها و سایر تأسیسات تصفیه پسماند با شش برابر پسماند بیشتر نسبت به قبل از همه گیری کووید ۱۹ مواجه شدند [۱۵]. شیوع بیماری کووید-۱۹ به طور کامل ضعف تسهیلات بهداشتی و سیستم های دفع زباله در کشورهای در حال توسعه را نمایان ساخت. به دلیل گسترش بی سابقه ویروس کرونا، میزان مصرف ماسک های یک بار مصرف در تمام جهان افزایش یافت، زیرا مردم نسبت به سلامت خود آگاه تر شدند. افزایش چشمگیر در تولید پسماندهای زیست پزشکی (BMW)، مسائل زیست محیطی را تشدید و عملکرد مدیریت پسماند را تضعیف کرد. زیرا به دلیل شیوع ویروس کرونا، کارخانه های تصفیه پسماند تعطیل شدند. این امر خود مدیریت پسماندهای پلاستیکی را به چالشی بزرگ تبدیل کرد. بنابراین، برای مدیریت پسماند و مقاله با این مشکلات باید دستورالعمل ها، سیاست ها و قوانین مناسب وضع گردد [۱۶].

پسماندهای پزشکی به دو دسته اصلی تقسیم می شوند:

۱) پسماندهای عادی که شامل باقی مانده های غذایی، پسماندهای اداری، گزارشات اداری و سایر پسماندهای روزانه فعالیت ها در بیمارستان ها و کلینیک ها است. این دسته از پسماندهای پزشکی خطری ندارند و شهرداری مدیریت و انتقال آن ها به محل دفن پسماندهای عادی را بر عهده دارد.



۲) پسماندهای پزشکی خطرناک که نیاز به رسیدگی و مراقبت ویژه دارند. این دسته از پسماندها پس از جمع‌آوری توسط شهرداری، به محل دفن ویژه پسماندهای خطرناک در بیرون شهر انتقال داده می‌شوند [۱۷]. پسماندهای پزشکی خطرناک، به دلیل ماهیت آن‌ها، دارای ریسک بسیار بالایی هستند. این پسماندها شامل بقایای آزمایشگاه‌های پزشکی، نمونه‌های خونی، بقایای جراحی‌ها، بقایای پرتوهای تشخیصی، پسماندهای شیمیایی، پسماندهای ناشی از شست‌وشوی دستگاه‌های دیالیز کلیه و سرنگ‌های استفاده شده برای درمان بیماران دیابتی و بیماری‌های عفونی هستند [۱۸]. می‌توان گفت که پسماندهای پزشکی یکی از خطرناک‌ترین انواع پسماندهای صنعتی محسوب می‌شوند. این پسماندها به دلیل محتوای میکروارگانیسم‌های سریع‌الانتشار، ابزارهای تیز و همچنین ضایعات بیمارانی که مبتلا به بیماری‌های واگیردار هستند، نه تنها برای محیط زیست و بهداشت عمومی مضر هستند، بلکه می‌توانند برای تأسیسات بهداشتی و کارکنان درگیر در فرآیند جمع‌آوری زباله خطرناک باشند. این پسماندها می‌توانند برخی بیماری‌های خطرناک مانند هپاتیت ویروسی B و C و همچنین ایدز را به انسان منتقل کنند. به همین دلیل، وجود یک سیستم ویژه برای مدیریت و دفع صحیح این پسماندهای خطرناک ضروری است [۱۹]. مدیریت پسماندهای پزشکی، مدیریتی است که با فرآیندهای جداسازی، جمع‌آوری، حمل و نقل و ذخیره‌سازی سروکار دارد. بنابراین مدیریت نادرست پسماندهای پزشکی، می‌تواند منبع مهمی برای ابتلا به بیماری‌ها و حتی مرگ در سراسر جهان باشند. علاوه بر این، پس از دفع این پسماندها، انواع متعددی از پسماندهای شیمیایی پزشکی وجود دارند که خود می‌توانند سمی، قابل اشتعال یا خورنده باشند و آثار و تبعات خطرناکی به دنبال داشته باشند [۱۷ و ۲۰]. هنگامی که پسماندهای پزشکی بر اساس روش‌های علمی مدیریت نمی‌شوند، تأثیر آن‌ها بر محیط زیست و مردم مستقیماً خطرناک خواهد بود. شهر صنعا نیز از مشکلات آلودگی ناشی از پسماندهای مراکز درمانی رنج می‌برد. بنابراین، برای مقابله با چالش‌های پیش رو در راستای تحقق پایداری و اعمال مفهوم آن، نیاز به تغییرات و راهبردهایی است [۱۷].

سازمان بهداشت جهانی [۱۲] پسماند جامد بیمارستانی را به عنوان "هر پسماند جامدی که در تشخیص، درمان یا ایمن‌سازی انسان یا حیوان، در تحقیقات یا آزمایش زیستی تولید می‌شود" تعریف می‌کند و آن را محدود به پانسمان‌های آلوده یا آغشته به خون، ظروف کشت و سایر شیشه‌آلات، دستکش‌ها و ابزار جراحی دور انداخته شده، سرنگ‌ها، لانس‌ها، کشت‌ها و سوآپ‌هایی که برای تلقیح کشت‌ها استفاده می‌شوند و... نمی‌داند. علی‌رغم اینکه مراکز بهداشتی-درمانی به عنوان مکان‌هایی برای درمان بیماری‌ها محسوب می‌شوند، اما گاهی اوقات خود منشأ بسیاری از بیماری‌ها و عفونت‌ها می‌باشند. این امر به واسطه پسماندهای جامد و مایع تولید شده در این مراکز است [۱۷]. مدیریت پسماندهای پزشکی جامد یک مسئولیت مهم محسوب می‌شود، به دلیل پیامدهای خطرناک آن بر انسان. زیرا این پسماندها باعث بسیاری از بیماری‌ها مانند نقص ایمنی، سرطان، دیابت و سایر بیماری‌های مزمن می‌شوند. همچنین تزریقات پزشکی خطرناک‌تر از سایر آلاینده‌ها هستند [۲۱]. نتیجه پژوهش عبدالسلام (۲۰۱۰) نشان داد که تفکیک تمام پسماندها در بیمارستان‌ها در شهر دمنهور طبق قوانین و استانداردهای ثابت انجام نمی‌شد و مقداری از پسماند پزشکی با پسماند خانگی دفع می‌شد. متداول‌ترین روش درمان برای پسماند پزشکی جامد، سوزاندن بود که به دلیل خطرات مرتبط با آن در حال حاضر پذیرفته نیست. استفاده از دستگاه زباله‌سوز فاقد سیستم تولید آلودگی هوا و یا اتوکلاوینگ می‌تواند موثر باشد. درباره پسماند پزشکی مایع، نتایج نشان داد که تقریباً تمام بیمارستان‌های مورد بررسی آن را بدون هیچ درمانی در سیستم فاضلاب شهری تخلیه می‌کردند [۲۰].

در کشورهای توسعه یافته، قوانین و راهنماهای ممارستی خوب، پسماندهای پزشکی را تعریف کرده و راه‌های مختلف برای جمع‌آوری، حمل و نقل، نگهداری و دفع چنین پسماندهایی را مشخص می‌کنند. همچنین، جدیدترین فناوری‌های موجود برای توسعه روش‌های جایگزین برای دفع مناسب پسماندهای پزشکی با حداقل خطر برای سلامت انسان و محیط زیست استفاده می‌شود [۲۲]. به طور کلی یک روش دفع واحد به عنوان راه حلی برای مشکلات مدیریت پسماند



بیمارستان وجود ندارد. بنابراین در اکثر موارد، ترکیبی از چندین روش شامل دفن در محل های دفن زباله، سوزاندن، اتوکلاو کردن و بازیافت به کار گرفته می شود. هر یک از این روش ها نقاط ضعف و قوت خود را دارند [۲۳]. با این حال، در کشورهای در حال توسعه، پسماندهای پزشکی مورد توجه کافی قرار نگرفته است. در بسیاری از کشورها، پسماندهای خطرناک و پزشکی همچنان همراه با پسماندهای خانگی مدیریت و دفع می شوند، به این ترتیب خطر بزرگی برای کارکنان شهرداری، عموم مردم و محیط زیست ایجاد می کنند [۲۴].

کشورهای آسیایی در حال توسعه پرمعیت هستند و برخی از آن ها با کمبود منابع مواجه هستند. این کشورها معمولاً از مدیریت صحیح پسماندهای مراقبت های بهداشتی استفاده نمی کنند. تسهیلات در این کشورها به طور گسترده فاقد جداسازی مناسب پسماند، جمع آوری، نگهداری ایمن، حمل و نقل و دفع هستند. نبود برنامه های آموزش مدیریت پسماند، جهل را در بین پرسنل و مدیران ریشه دار می کند، که منجر به مدیریت نایمن پسماند و ایجاد خطرات مختلف برای سلامت می شود. بازیافت نایمن و غیرقانونی پسماندهای خطرناک تهدیدی برای سلامت انسان است، همچنین دفن در محل های دفن اغلب با تخلیه آزاد اشتباه گرفته می شود که باعث آسیب به محیط زیست می شود. کارخانه های قدیمی سوزاندن باید با اتوکلاو کردن، ضد عفونی بخار و روش جدید و معقول تر پیرولیز جایگزین شوند تا از انتشار گازهای سمی جلوگیری شود [۲۵]. مدیریت پسماندها موضوعی حساس در سراسر جهان است. بی توجهی و بی احتیاطی مشکلات زیست محیطی متعددی را ایجاد کرده اند؛ به ویژه در کشورهای پر جمعیت مانند چین، هند، پاکستان و بنگلادش. این کشورها از جمله کشورهایی هستند که گزارش داده اند مشکلات مدیریت پسماند، به ویژه پسماندهای تولیدی از مراکز بهداشتی درمانی، دارند [۲۶، ۲۷ و ۲۸].

تخلیه زباله های پزشکی جامد در سطل های پلاستیکی خطرناک و برنده (مانند بطری های لاستیکی) که توسط بیمارستان یا درمانگاه ها جمع آوری می شوند، به طور نایمن و غیربهداشتی توسط پرسنل شهرداری مخلوط می شوند. این زباله ها ممکن است در معرض قرار گیرند تا زمانی که ماشین جمع آوری زباله های شهرداری آن ها را جمع آوری کند. برای بیمارستان های دولتی، این زباله ها با زباله های عادی مخلوط می شوند، مانند بیمارستان کویت و بیمارستان زاید. اما برای زباله های تولید شده از کلینیک های کووید-۱۹، برای سوزاندن آن ها در کوره های بیمارستان اختصاص داده شده است. برای سایر کلینیک ها، این زباله ها بدون طبقه بندی و با کارگران نظافت جمع آوری می شوند. در مورد زباله های خطرناک، آن ها در جعبه های مخصوص (سوکت های سیاه) قرار داده می شوند و سپس به یک گودال دفن بیمارستان منتقل می شوند. در حال حاضر، دو گودال دفن در بیمارستان کویت بسته شده اند و یک گودال دفن جدید ساخته شده است که به دلیل محدودیت فضای بیمارستان ممکن است مشکلات زیست محیطی در آینده ایجاد کند. برای زباله های ارگانیک، آن ها در کیسه های مخصوص قرار داده شده و به پلیس تحویل داده می شوند تا با آن ها برخورد قانونی شود. سایر زباله های پزشکی نیز به همان روشی که سایر زباله ها دفع می شوند، دفع می شوند. لازم به ذکر است که برخی بیمارستان ها مانند بیمارستان فلسطین و بیمارستان کویت به طور مطلوبی با زباله های پزشکی با پیروی از پروتکل پزشکی برخورد می کنند [۱۷]. در ادارات مختلف شهرداری پایتخت و مراکز بهداشتی و بیمارستان ها، تمام پسماندهای معمولی و خطرناک، به استثنای پسماندهایی که به عنوان پسماندهای عفونی شناخته می شوند، جمع آوری می شوند. پسماندهای عفونی با قرار دادن در ظروف مخصوص، به محل دفع نهایی منتقل می شوند. عدم وجود سیستم حمل و نقل مخصوص پسماندهای پزشکی، باعث می شود که پسماندها با سایر پسماندها مخلوط شوند و افرادی که مسئول نظافت هستند را در معرض بیماری های مختلف قرار دهد [۱۷]. کشورهای آسیایی در حال توسعه برای مدت زیادی از تکنیک های نامناسب سوزاندن برای دفع پسماندها استفاده کرده اند [۲۹]. در مجموع، تمام این روش های نادرست حمل و نقل می توانند نتایج فاجعه باری بر سلامت انسان از طریق نشت و حوادث احتمالی ایجاد کنند، حوادث از هر نوعی که باشد حتی ممکن است باعث گسترش بیماری در سراسر منطقه شوند. برای غلبه بر این مشکل، برخی مطالعات استفاده



از همان روش‌هایی که کشورهای اروپایی به کار می‌برند، پیشنهاد می‌کنند، هرچند شرایط اقتصادی کشورهای در حال توسعه اجرای چنین روش‌هایی را تا بهبود شرایط اجتماعی و اقتصادی در آینده نزدیک دشوار می‌سازد [۲۵]. در کشورهای اروپایی، حمل و نقل پسماندهای پزشکی توسط مقررات بین‌المللی حمل و نقل کالاهای خطرناک به وسیله جاده، که به اختصار ADR شناخته می‌شود، تنظیم می‌شود [۳۰].

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سرانه تولید پسماند به ازای هر تخت در استان‌های مازندران ۳.۵۴ کیلوگرم در روز، سمنان ۳.۶، اصفهان ۳.۱۴، فارس ۳.۳۰، مرکزی ۳.۲۴، یزد ۳.۴۵، اردبیل ۳.۵۳، بوشهر ۳.۸، زنجان ۲.۹۲، آذربایجان غربی ۳.۲۰، گیلان ۳.۱۶، قم ۲.۸۷، کاشان ۳.۴۴، شهرهای تهران ۲.۰۷، بابل ۲.۰۱، شیراز ۴.۴۵، مشهد ۱.۶۷، تبریز ۳.۴۸، یاسوج ۵/۵ کیلوگرم در شبانه روز گزارش شده است [۳، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸]. سرانه تولید پسماند به ازای هر تخت در کشورهای در حال توسعه را ۱-۲ کیلوگرم در روز گزارش کرده‌اند [۳۱ و ۳۹]. بررسی سرانه پسماند در بیمارستان‌های سایر کشورها نشان داد که این شاخص در کشور بنگلادش ۱.۲، لیبی ۱.۳، تایوان ۳.۲۶-۲.۴۱، تانزانیا ۲.۴، برزیل ۳.۵، آلمان ۳.۶، بلژیک ۱.۸، هلند ۱.۷، کانادا ۳.۹-۱.۵، ژاپن ۲-۱.۵، هند ۲-۰.۵، تایلند ۱، انگلیس ۳/۳ کیلوگرم در شبانه روز به ازای هر تخت بوده است [۴۴، ۴۳، ۴۲، ۴۱، ۴۰ و ۴۵]. علل این تفاوت در مقادیر بالا را میتوان به عواملی مانند وضعیت و ظرفیت بیمارستان، ماهیت و کیفیت خدمات پزشکی، سطح تجهیزات، موقعیت بیمارستان، تنوع بخش‌های بیمارستان (برای مثال جراحی، عمومی و ...)، تبعیت بیمارستان‌ها از موازین بهداشتی، بافت فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی مکان بیمارستان، تعداد بیماران و دانشجویان (جهت آموزش)، تنوع آزمایشگاه‌ها، تعداد جراحی‌های ثبت شده، نوع تجهیزات پزشکی، کاربرد وسایل یکبار مصرف و توجه به جنبه‌های مختلف مدیریت پسماندهای بیمارستانی، نسبت داد [۲۳، ۴۶، ۳۴ و ۳۸].

الخطیب و ساتو (۲۰۰۹) با جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مقادیر تولید، جمع‌آوری، جداسازی، پالایش، حمل و نقل و دفع نهایی به ارزیابی شیوه‌های مدیریت سلامت مراکز بهداشتی در کرانه باختری- قلمرو فلسطین پرداختند که با مقایسه نتایج با الزامات بین‌المللی متوجه فاصله داشتن از استانداردهای جهانی و لزوم رسیدگی به این مطلب شدند [۴۷]. براساس تحقیقات به عمل آمده در ۲۲ کشور پیشرفته جهان مشخص گردید که ۱۸ تا ۶۴ درصد زباله‌های بیمارستانی به نحو مناسبی دفع نمی‌شوند و باعث آلودگی منابع آبی و محیط زیست می‌گردند [۴۸]. نتیجه پژوهش‌گرگانی و همکاران (۱۳۹۸) نیز نشان داد که عمده‌ترین نقطه ضعف در مدیریت پسماندهای بیمارستانی مربوط به مدیریت پسماندهای شیمیایی- دارویی و ژنوتوکسیک بود، بر این اساس بهبود کیفیت مدیریت پسماندهای ژنوتوکسیک و شیمیایی- دارویی بایستی در برنامه ریزی جدید مورد توجه خاص قرار گیرد [۳]. به منظور مدیریت زباله‌های بهداشت و درمان شانموگاساندارام و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از ابزار برنامه ریزی ریاضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، توزیع فضایی مکان‌های تولید زباله‌های زیاد، محل قرار دادن تأسیسات پالایش متمرکز و طراحی مسیرهای بهینه حمل و نقل برای جمع‌آوری زباله‌ها را در کشور تونس تحلیل و برنامه ریزی کردند [۴۹]. برای طراحی سیستم‌های پالایش پسماندهای بیمارستانی دانستن میزان حجم زباله‌ها و ترکیب آنها امری ضروری است. تولید و ترکیب زباله‌های پزشکی به تعداد و نوع بخش‌ها در هر بیمارستان، تعداد بیماران بستری شده و نیز درمان‌سرپایی بستگی دارد [۵۰]. در مقاله استخراج شده از رساله دکتری برادران و همکاران (۱۴۰۰)، یک شبکه برای جمع‌آوری زباله‌های عفونی بیمارستانی و امکان بی‌خطر سازی آن‌ها برای استفاده مجدد طراحی شد. وسایل نقلیه از مراکز پالایش به سمت بیمارستان‌ها حرکت کرده و پس از جمع‌آوری تمام زباله‌های عفونی، مجدد به مراکز پالایش باز می‌گردند. مراکز پالایش که مجهز به تکنولوژی‌های بی‌خطر سازی هستند، زباله‌ها را پالایش می‌کنند و آن‌هایی که قابل استفاده مجدد باشند به مراکز بازیافت و باقیمانده را به مراکز دورریز ارسال می‌کنند تا منهدم شوند. در مراکز بازیافت نیز ممکن است مقداری از زباله‌های پالایش شده شناسایی شوند که قابلیت بازیافتی نداشته باشند؛ آن‌ها نیز به مراکز دورریز ارسال خواهند شد [۵].



مطالعه ای که در ترکیه صورت گرفت، نشان داد که تفکیک زباله ها در بیمارستان ها به دو دلیل عدم آموزش و اطلاع در این زمینه و همچنین کمبود بودجه، به درستی انجام نمی گیرد [۷]. مرور مطالعات و بررسی های انجام شده در ایران نیز نشان می دهد که علیرغم وجود قانون مدیریت پسماندها و آیین نامه اجرایی آن، به دلیل نظارت ناکافی، مدیریت مواد زائد بیمارستانی به شکل صحیح آن انجام نمی شود. عدم جداسازی و تفکیک پسماندهای شبه خانگی و خطرناک، فقدان امکانات مناسب جهت بی خطر سازی پسماندهای عفونی، آموزش ناکافی کارکنان و عدم پیش بینی وسایل حفاظت شخصی از جمله مشکلات اصلی در مدیریت پسماندهای بیمارستانی در کشور به شمار می رود [۵۱، ۵۲، ۳۱، ۵۳]. روش های زیادی برای تصفیه زباله های پزشکی استفاده می شود، از جمله:

دفن زباله های پزشکی، یکی از قدیمی ترین، آسان ترین و کم هزینه ترین روش هایی است که تاکنون استفاده شده است و در صورتی که روش های دفن پسماند به صورت صحیح و ایمن انجام شود، استفاده از آن هیچ خطری ندارد. استفاده از آن در مورد پسماندهای پزشکی رادیواکتیو و ضایعات داروهای شیمی درمانی ترجیح داده نمی شود زیرا راه های مطمئن تری نسبت به آن ها وجود دارد. دفن بهداشتی، روشی که برای پر کردن زباله های جامد استفاده می شود، محل دفن زباله پس از بررسی زمین شناسی به مشخصات مهندسی خاصی نیاز دارد تا از نشت مایعات ناشی از تجزیه زباله به آب های زیرزمینی اطمینان حاصل شود. ضایعات جامد را فشرده می کند تا بیشترین مقدار را در خود جای دهد و روانه با یک لایه رس عایق نفوذ ناپذیر پوشیده می شود. محل های دفن زباله در کشورهای عربی بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد و آسیب های زیادی به سلامتی و محیط زیست دارد [۵۴].

استریلیزاسیون با حرارت مرطوب، روشی است که برای محیط زیست ایمن و هزینه کمتری دارد و توسط پرسنل مجرب انجام می شود. ضایعات در معرض بخار اشباع شده در داخل حوضچه های بسته خاص قرار می گیرند که بر اساس مشخصات بین المللی مورد توافق قرار گرفته اند و به بخار اجازه نفوذ به زباله ها را می دهند. دمای دستگاه به اندازه و وزن کل موادی که قرار است استریل شود، نوع میکروب ها و میزان مقاومت آنها در برابر بخار بستگی دارد، اما این روش برای ضایعاتی که بخار نمی تواند به آنها نفوذ کند، مانند مواد دارویی و شیمیایی معتبر نیست [۱].

استریلیزاسیون با حرارت خشک، اگر به درستی انجام شود، هزینه آن به تکنسین های بسیار مجرب و استانداردها و معیارهای عالی برای جلوگیری از آسیب رساندن به افراد، بستگی دارد. عیب آن این است که برای برخی زباله های شیمیایی مناسب نیست [۱].

ذخیره سازی، روشی که متکی بر نگهداری زباله های شیمیایی در مخازن ساخته شده از مواد مقاوم در برابر خوردگی است که معمولاً همراه با زباله های مایع استفاده می شود و به دلیل آسیب هایی که در دراز مدت ممکن است ایجاد شود، استفاده از آن توصیه نمی شود [۱].

دفع بسته بندی در کپسول، روشی ساده، ایمن و کم هزینه که با قرار دادن ضایعات پزشکی در جعبه یا ظروف ساخته شده از مواد پلاستیکی مرغوب یا درام های ساخته شده از آهن انجام می شود. دارای مواد تثبیت شده مانند انواع فوم پلاستیکی، شن و ماسه یا خاک رس، پس از خشک شدن مواد افزودنی، کاملاً بسته می شوند و در محل های دفن زباله ریخته می شوند. یکی از مهمترین مزایای آن کاهش دستکاری ضایعات پزشکی تیز توسط برخی مردم در محل های دفن زباله است [۱].

جداسازی زمین شناسی: این روش مشابه ذخیره سازی است با این تفاوت که در آن از مکان های طبیعی زمین شناسی استفاده می شود. این روش به دلیل آسیب های طولانی مدت آن در مناطق سنگی عمیق، دور از سطح و آب های زیرزمینی برای ذخیره زباله های خطرناک مناسب نیست و نیاز به نظارت بر نشت زباله از طریق چاه های نظارتی در اطراف منطقه ایزوله زباله دارد [۵۵].



دفع از طریق چاه های عمیق، یعنی ریختن زباله های شیمیایی مایع بسیار سمی در داخل چاه های عمیق. اما این روش دیر یا زود خطرات زیست محیطی خود را دارد[۱].

بازیافت: بازیافت پسماندها یعنی به جای دفع آن، از فرآیند تفکیک و جمع آوری زباله در منبع تولید آن سود ببرند[۱]. روش های تثبیت: در این روش ضایعات دارویی با داروهای تاریخ مصرف گذشته مخلوط می شود که با مخلوط کردن ضایعات با سیمان، آهک و آب به نسبت های معین، اثر این داروها را خنثی می کند. یکی از معایب این است که برای تخلفات مسری که حاوی میکروب هستند مفید نیست.

تقطیر: این روش در مقیاس بسیار کوچک و با مقادیر کمی در پسماند پزشکی استفاده می شود. فیلتراسیون، از این روش برای درمان مقادیر بسیار کم استفاده می شود، مانند جداسازی باکتری ها از محلول هایی مانند مایعاتی که برای تصفیه در نظر گرفته شده اند و حرارت را تحمل نمی کنند.

تشعشع، یک روش استریلیزاسیون خوب و ایمن، در صورت استفاده خوب است، اما هزینه آن در بهره برداری و نگهداری زیاد است و فقط برای پسماندهای پزشکی مایع و پسماندهای پزشکی عفونی حاوی مایعات استفاده می شود.

سوزاندن، این رایج ترین روشی است که در سطح جهانی مورد استفاده قرار می گیرد و توسط زباله سوزهای با فناوری پیشرفته انجام می شود. چندین دهه است که از کوره های زباله سوز برای دفع زباله های خطرناک از جمله پسماندهای پزشکی استفاده می شود، اما در سال های اخیر شکایاتی از سوی برخی سازمان ها و ارگان های بین المللی مطرح شده است که خواستار روش های جایگزین شده اند. انداختن در زباله های عمومی، سوزاندن آن در هوای آزاد و ... منجر به آلودگی پوشش محیطی می شود، زیرا در فرآیند سوزاندن بخارهای بسیار خطرناکی مانند دیوکسین و کلر منتشر می شود که منجر به اثرات مضر بر سلامتی می شود، ممکن است کشنده باشد و علائم آن از عفونت های پوستی تا اختلالات سیستمی متفاوت است. بسیاری از مطالعات در مورد خطرات آلودگی ناشی از زباله سوزها هشدار داده اند، به ویژه برای افرادی که در نزدیکی آنها زندگی می کنند، زیرا نسبت به سایرین در برابر آسیب های ناشی از استنشاق گازهایی که هوا را آلوده می کنند آسیب پذیرتر هستند. در مورد قرار دادن زباله در زمین بدون محافظت و محکم بسته شدن (فرایند دفن تصادفی)، ممکن است خطرات قابل توجهی برای اقیانوس ها و آب های زیرزمینی ایجاد کنند[۵۶].

۲. روش

مطالب این مقاله ی مروری به روش کتابخانه ای و با استفاده از مقالات و منابع معتبر علمی موجود در پایگاه های اطلاعاتی جمع آوری شده است.

۳. نتیجه گیری

از زمان انقلاب صنعتی حجم و تنوع زباله ها آنقدر زیاد شد که کم کم به یک مسأله بسیار مهم تبدیل شد. این رشد چشمگیر زباله ها باعث به وجود آمدن مشکلاتی شد که مهمترین آن مربوط به محیط زیست و سلامت افراد جامعه می شود. از این رو، مدیریت زباله ها، توجه محققین و مسئولین را به خود جلب کرد و راهکارهای گوناگونی برای نحوه ی جمع آوری، حمل و نقل، پردازش، بازیافت یا انهدام زباله ها ارایه شد[۵۷]. توجه به مدیریت پسماندهای بیمارستانی به قدری ضروری است که در کشورهای پیشرفته قوانین و دستورالعمل های ملی مدونی برای جمع آوری، حمل و نقل، نگهداری و دفع مواد زائد پزشکی تهیه و در دستور کار قرار دادند. این کشورها همواره در تلاش برای یافتن فناوری های جدید برای بی خطر سازی و دفع مناسب پسماندهای پزشکی هستند. شواهد نشان می دهد که در کشورهای در حال توسعه، به موضوع مدیریت مواد زائد پزشکی توجه کافی نمی شود و دفع همزمان و یک جای آن ها با مواد زائد جامد



خانگی، تهدیدی جدی برای سلامت جامعه و محیط‌زیست محسوب می‌شود [۴۶، ۵۸]. نتیجه این پژوهش نشان داد که نواقص در روش‌های فعلی مدیریت پسماند بیمارستانی وجود دارد که عمدتاً مربوط به تفکیک ناکارآمد در مبدأ، روش‌های نامناسب جمع‌آوری، ذخیره‌سازی نایمن پسماند، کمبود منابع مالی و انسانی برای مدیریت مناسب، فقدان تجهیزات حفاظتی مناسب و نبود آموزش و خطوط مسئولیت واضح بین بخش‌های درگیر در مدیریت پسماند بیمارستانی و کنترل ضعیف دفع پسماند است. هر گونه کم‌کاری در این امر و انباشت پسماندهای خطرناک پزشکی در محیط زیست می‌تواند بر سلامت انسان‌ها و موجودات و گیاهان را به شکل مستقیم و غیرمستقیم تأثیر بگذارد. بنابراین به کارگیری روش‌هایی چون اتوکلاوینگ، استفاده از دستگاه‌ها و تجهیزات مناسب با فناوری روز، دفن زباله‌های پزشکی، استریلیزاسیون با حرارت مرطوب، استریل کردن با حرارت خشک، ذخیره‌سازی، دفع بسته‌بندی در کپسول، جداسازی زمین‌شناسی، دفع از طریق چاه‌های عمیق، بازیافت، روش‌های تثبیت، تقطیر، فیلتراسیون، تابش، سوزاندن ضروری است. افزایش سریع پسماندهای عفونی ناشی از بیماری‌های پاندمیک نظیر کووید ۱۹ فشار زیادی را بر تسهیلات موجود در مدیریت پسماند وارد کرد، زیرا کارخانه‌های موجود برای تأمین چنین نیازی ناکافی بودند. بنابراین بهتر است اقدامات و پیش‌بینی کافی برای مدیریت بحران از قبل در دستور کار قرار بگیرد. با توجه به مطالعات پژوهش‌های انجام شده، پیشنهاد می‌شود برای مدیریت بهتر پسماندهای بیمارستانی، برنامه ریزی دقیق‌تری برای تفکیک پسماندها در مبدأ تولید انجام شود. هم‌چنین با نظارت بیشتر بر اجرای دقیق دستورالعمل‌های بهداشتی می‌توان از میزان پسماندهای بیمارستانی به خصوص پسماندهای عفونی و ژنوتوکسیک تا حد قابل توجهی جلوگیری کرد. بدیهی است آموزش و آگاهی عموم مردم به خصوص کارکنان بخش بهداشت و درمان از طریق کمپین‌ها، دوره‌های آموزشی و سایر روش‌های ارتباطی، نسبت به پسماندهای پزشکی نقش مهمی را در مقابله با معضل آلودگی پلاستیکی ایجاد می‌کند. هم‌چنین باید در نظر گرفت که برنامه‌های موثر مدیریت پسماند پزشکی چند بخشی هستند و نیاز به همکاری در همه سطوح اجرا از ارگان‌های دولتی و جوامع تا کارکنان بیمارستان و کسب و کارهای خصوصی دارد که می‌بایست به طور هماهنگ با هم و یکپارچه اقدام کنند.

۴. مراجع

۱. قواسمی محمد، علوی محمد، مریخی یاسین. (۲۰۲۲). "تقییم إدارة النفايات الطبية فی المستشفيات العمومیة دراسة حالة : مستشفى محمد الشبوکی بالشریعة تبسة".
۲. Chartier, Y. (Ed.). (۲۰۱۴). "Safe management of wastes from health-care activities". World Health Organization.
۳. گرگانی، ج، نبی زاده، ر، غلامی، م، پاسالاری، ح، یگانه بادی، م، فرزادکیا، م، اصغرینیا، ح.ع و ززولی، م.ع. (۱۳۹۸). "مدیریت پسماندهای بیمارستانی در استان مازندران با تأکید بر پسماندهای ژنوتوکسیک". مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران. دوره دوازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۳۵۱ تا ۳۶۴.
۴. Altin, S., Altin, A., Elevli, B., & Cerit, O. (۲۰۲۳). "Determination of hospital waste composition and disposal methods: a case study, Polish Journal of Environmental Studies". ۱۲(۲), ۲۵۱-۲۵۵.
۵. برادران، و، نیک ضمیر، م و پناهی، ی (۱۴۰۰). "طراحی یک شبکه زنجیره تأمین به منظور مدیریت پسماندهای بیمارستانی". فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی. دوره نوزدهم. شماره ۶۰. بهار ۱۴۰۰. ص ۱۲۰-۸۵.
۶. عسکریان، م، حیدرپور، پ و اسعدیان او. (۲۰۱۰). "رویکرد مدیریت کیفیت فراگیر در مدیریت پسماند مراقبت‌های بهداشتی در بیمارستان نمازی، ایران". مدیریت پسماند. ۳۰ (۱۱): ۲۳۲۱-۲۶.



۷. Alagöz AZ, Kocasoy G.(۲۰۰۸). "Improvement and modification of the routing system for the health-care waste collection and transportation in Istanbul". Waste Management. ۲۸(۸):۱۴۶۱-۷۱.
۸. WHO, ۱۹۹۹. In: Pruss, A. Giroult, E. Rushbrook, P. (Eds.). "Safe Management of Wastes from Health-care Activities". Switzerland, Geneva.
۹. Akter, N.(۲۰۰۰). "Medical Waste Management: A Review". Asian Institute of Technology, School of Environment, Resources and Development, Thailand.
۱۰. Mato R, Kassenga G.(۱۹۹۷). "A study on problems of management of medical solid wastes in Dar es Salaam and their remedial measures". Resources, Conservation and Recycling. ۲۱(۱):۱-۱۶.
۱۱. Nemathaga F, Maringa S, Chimuka L.(۲۰۰۸). "Hospital solid waste management practices in Limpopo Province, South Africa: A case study of two hospitals". Waste Management. ۲۸(۷):۱۲۳۶-۴۵.
۱۲. WHO, (۲۰۲۰)." Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease ۲۰۱۹ (COVID-۱۹) – interim guidance". World Health Organization, Geneva, ۲۰۱۹, pp. ۱-۷.
۱۳. Czigány, T. and Ronkay, F.(۲۰۲۰). "Editorial corner – a personal view. Exp. Polym. Lett". ۱۴, ۵۱۰-۵۱۱; <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett>.
۱۴. Ahuja, S. and Arora, S.(۲۰۲۰). "Can the beguiling plastic combat with the pernicious COVID-۱۹? Chem. Biol". Interf.۱۰(۴), ۸۷-۹۵; Research-Paper-۱-can-the-beguiling-plasticcombat-with-the-pernicious-covid-۱۹.pdf (cbijournal.com).
۱۵. Calma, J.(۲۰۲۰)."The COVID-۱۹ pandemic is generating tons of medical waste". The Verge.
۱۶. Simran.A & Sanjiv.A.(۲۰۲۱). "Challenges and practices for effectual waste management during COVID-۱۹".
۱۷. خالد حسين عبدالله طاهش، عبدالولی محسن محسن العرشی و محمد احمد حمود میاس(۲۰۲۳). "الاداره البيئية المتكامله للنفايات الطبية الصلبة في المرافق الطبية في امانة العاصمة صنعاء كحاله دراسيه".
۱۸. Blenkarn, J. I.(۲۰۰۸). "Clinical wastes in the community: Local authority management of clinical wastes from domestic premises". Public Health. ۱۲۲(۵), ۵۲۶-۵۳۱.
۱۹. الخطيب عصام أحمد (۲۰۰۶). "واقع السلامة المهنية لعمال النظافة في مستشفيات إحدى المحافظات الفلسطينية المجله الصحيه الشرق المتوسط منظمه الصحه العالميه". المجلد الثاني عشر العدد، ص ۶۵۲-۶۳۸.
۲۰. داؤود عبد السلام محمد (۲۰۱۰). "دراسة إدارة النفايات الطبية في مستشفيات مدينة شندی مجله جامعه شندی"، العدد الحادي عشر. ص ۱۹۲-۱۶۷.
۲۱. أبو عواد، مجدى قاسم. (۲۰۰۸). "إدارة النفايات الطبية في مراكز الرعاية الصحية الأولية والعيادات (الخاصة في جنين، جامعه النجاح الوطنية رساله ماجستير (غير منشورة)، نابلس.
۲۲. Tudor, T.L, Noonan, C.L. Jenkin, L.E.T.(۲۰۰۵). "Health care waste management: a case study from the National Health Service in Cornwall, United Kingdom". Waste Management ۲۵ (۶), ۶۰۶-۶۱۵.
۲۳. Nemathaga F, Maringa S, Chimuka L.(۲۰۰۸). "Hospital solid waste management practices in Limpopo Province, South Africa: A case study of two hospitals". Waste Management. ۲۸(۷):۱۲۳۶-۴۵.
۲۴. Silva, C.E, Hoppe, A.E., Ravanello, M.M., Mello, N. (۲۰۰۵). Medical waste management in the south of Brazil. Waste Management ۲۵ (۶), ۶۰۰-۶۰۵.



۲۵. Khan BA, Cheng L, Khan AA, Ahmed H.(۲۰۱۹). "Healthcare waste management in Asian developing countries: A mini review". Waste Manag Res. doi: ۱۰.۱۱۷۷/۰۷۳۴۲۴۲X۱۹۸۵۷۴۷۰.
۲۶. Harhay MO, Halpern SD, Harhay JS, et al.(۲۰۱۰). "Health care waste management: A neglected and growing public health problem worldwide". Tropical Medicine & International Health. ۱۴: ۱۴۱۴-۱۴۱۷.
۲۷. Kumar R, Somrongthong R and Ahmed J.(۲۰۱۶). "Effect of medical waste management trainings on behavior change among doctors versus nurses and paramedical staff in Pakistan". Journal of Ayub Medical College Abbottabad ۲۸: ۴۹۳-۴۹۶.
۲۸. Patwary MA, O'Hare WT, Street G, et al. (۲۰۰۹). "Health and safety perspective on medical waste management in a developing country: A case study of Dhaka city". In: ۱۹th international FAIM conference. Gemini International Limited, pp. ۲۸۲-۲۹۰.
۲۹. بذرافشان، ای و مصطفی پور، ف.ک. (۲۰۱۱). "بررسی خصوصیات و مدیریت پسماندهای پزشکی در ایران: مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان". مدیریت و تحقیقات پسماند. ۲۹: ۴۴۲.
۳۰. Organization, W.H.O. (۲۰۱۵). "Guidance on regulations for the transport of infectious substances applicable".
۳۱. شیرازی ع، اوریاد ح.م، ملک زاده ج. (۱۳۸۵). "مدیریت پسماندهای جامد بیمارستانهای یاسوج، ایران". دومهنامه ارمنان دانش. ۲۰۰۸: ۱۳(۱): ۱۰۵-۱۳.
۳۲. صبور، م.ر، محمدی فرد ع، کمالان ح.(۲۰۰۷). "مدلی ریاضی برای پیش‌بینی ترکیب و تولید پسماندهای بیمارستانی در ایران". مدیریت پسماند. ۲۷ (۴): ۵۸۴-۸۷.
۳۳. نامور، ز، اصغرنا، ح، فلاح، ح، عمویی، ع. "بررسی مدیریت پسماندهای جامد بیمارستانی در شمال ایران". مجله بین المللی تحقیقات بیمارستانی. ۲۰۱۶: ۵ (۲): ۶۴-۶۸.
۳۴. تقی پور، ح و مسافری، م.(۲۰۰۹). "خصوصیات پسماندهای پزشکی بیمارستان‌های شهر تبریز، ایران". علم کل محیط زیست. ۴۰۷ (۵): ۱۵۲۷-۳۵.
۳۵. صادقی ع. (۲۰۰۱). "ارزیابی مدیریت جمع‌آوری و دفع پسماندهای بیمارستانی در شهر مشهد [پایان نامه]". تهران: دانشگاه علوم پزشکی تهران.
۳۶. مصطفایی، غ.ر، درودگر، ع، ایرانشاهی، ل. (۱۳۸۳). "تجزیه فیزیکی مواد زائد بیمارستانی در بیمارستان های کاشان در سال ۱۳۸۰-۱۳۸۱". مجله فیض دانشگاه علوم پزشکی کاشان. ۸(۳): ۵۶-۶۱.
۳۷. حسن م.م، احمد س، رحمان ک.ا، بیسواس تی.ک.(۲۰۰۸). "الگوی مدیریت زباله های پزشکی: سناریوی موجود در شهر داکا، بنگلادش بهداشت عمومی". ۸ (۱): ۳۶.
۳۸. عسکریان، م، وکیلی، م و کبیر، ج. (۲۰۰۴). "وضعیت مدیریت پسماندهای بیمارستانی در بیمارستان‌های دانشگاهی استان فارس". مجله بین المللی تحقیقات بهداشت محیط. ۱۴ (۴): ۲۹۵-۳۰۵.
۳۹. پرنده، م و خانجانی ن.(۲۰۱۲). "کمیت و کیفیت پسماندهای بیمارستانی در استان کرمان و مروری بر کمیت پسماندهای بیمارستانی در ایران". مجله جهانی علوم کاربردی. ۱۷ (۴): ۴۷۳-۷۹.
۴۰. Cheng Y, Li K-C, Sung F.(۲۰۱۰). "Medical waste generation in selected clinical facilities in Taiwan". Waste Management. ۳۰(۸-۹): ۱۶۹۰-۹۵.
۴۱. Patwary MA, O'Hare WT, Street G, Elahi KM, Hossain SS, Sarker MH.(۲۰۰۹). "Quantitative assessment of medical waste generation in the capital city of Bangladesh". Waste Management. ۲۹(۸): ۲۳۹۲



۴۲. جنیدی، ع، جعفری پور، م، و فرزادکیا، م. (۲۰۱۰). "مدیریت پسماندهای جامد بیمارستانی در بیمارستان‌های قم". مجله دانشکده بهداشت و موسسه تحقیقات بهداشت عمومی. ۸ (۲): ۴۱-۵۳.
۴۳. Mato R, Kassenga G. (۱۹۹۷). "A study on problems of management of medical solid wastes in Dar es Salaam and their remedial measures". Resources, Conservation and Recycling. ۲۱(۱): ۱-۱۶.
۴۴. Sawalem M, Selic E, Herbell J-D. (۲۰۰۹). "Hospital waste management in Libya: A case study". Waste Management. ۲۹(۴): ۷۵-۱۳۷۰.
۴۵. Kerdsuwan S. (۲۰۰۰). "editor Case study of using hospital waste incinerator in Thailand. ۹۳rd Annual Meeting and Exhibition, Air and Waste Management Association". Salt lake City, UT.
۴۶. Da Silva C, Hoppe A, Ravanello M, Mello N. (۲۰۰۵). "Medical wastes management in the south of Brazil. Waste Management". ۲۵(۶): ۶۰۰-۵۵.
۴۷. Al-Khatib, I. A. & Sato, C. (۲۰۰۹). "Solid health care waste management status at health care centers in the West Bank–Palestinian Territory, Waste management". ۲۹(۸), ۲۳۹۸-۲۴۰۳.
۴۸. Allegranzi B, Pittet D. (۲۰۰۷). "Healthcare-associated infection in developing countries: simple solutions to meet complex challenges". Infection Control & Hospital Epidemiology. ۲۸(۱۲): ۱۳۲۳-۲۷.
۴۹. Shanmugasundaram, J. Soulalay, V. & Chettiyappan, V. (۲۰۱۲). "Geographic information system-based healthcare waste management planning for treatment site location and optimal transportation routing, Waste Management & Research", ۳۰(۶), ۵۸۷-۵۹۵.
۵۰. Komilis, D, Katsafaros, N., & Vassilopoulos, P. (۲۰۱۱). "Hazardous medical waste generation in Greece: case studies from medical facilities in Attica and from a small insular hospital, Waste Management & Research". ۲۹(۸), ۸۰۷-۸۱۴.
۵۱. عسکریان م، وکیلی م. (۱۳۸۰). "دفع زباله های بیمارستانی در بیمارستان های دانشگاهی استان فارس". مجله تحقیقات پزشکی. ۱۳۸۴؛ ۱(۴): ۴۱-۵۳.
۵۲. فرزادکیا، م، انصاری، ع، امام جمعه، م. (۱۳۹۲). "مروری بر مدیریت پسماندهای بیمارستانی در یکی از بیمارستان‌های فوق تخصصی". مجله دانشگاه علوم پزشکی قزوین. ۱۶(۴): ۱۰۶-۱۰۹.
۵۳. محسنی، ع، جوادیان، م، یونسین، م، غلامی، س. (۱۳۸۰). "ارزیابی جمع آوری، انتقال و دفع پسماندهای جامد بیمارستانی بیمارستان های دولتی و خصوصی استان مازندران در سال ۱۳۸۰". مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۱۱(۳۲): ۴۵-۵۲.
۵۴. "منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط الإدارة الأمانة لنفايات أنشطة الرعاية". (۲۰۰۶). الصحة جنيف، سويسرا.
۵۵. "البرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تقييم طارئ لحالة النفايات - اليمن. الرسائل والأطروحات العلمية". (۲۰۱۵). ص ۱۳۶.
۵۶. أبو محمد، أحمد. (۲۰۱۷). "تقديم إدارة النفايات الطبية في مستشفى الشفاء والأقصى قطاع غزة"، رسالة ماجستير الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.
۵۷. Ferronato, N, Alarcón, G. P. P. Lizarazu, E. G. G. & Torretta, V. (۲۰۲۰). "Assessment of municipal solid waste collection in Bolivia: Perspectives for avoiding uncontrolled disposal and boosting waste recycling options, Resources, Conservation and Recycling", ۱۰۵۲۳۴.



۵۸. فرزادکیا، م ، امام جمعه، م، سجادی، گ، سجادی، ح. (۲۰۱۵). "بررسی مدیریت پسماندهای جامد بیمارستانی در ایران". مجله جهانی. ۱۷ (۴): ۷۷۱-۸۳.