Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

مجله دانشکده بهداشت وانستیتوتحقیقات بهداشتی
تابستان ۱۳۹۵، دوره ١٤، شماره دوم ، صفحه: ٧٤-٦١

مقاله پژوهشی

انتخاب فناوری مناسب نگهداشت و نابودسازی پسماندهای بیمارستانی در شهر تهران با استفاده از ترکیب روش‌های فرآیند شبکه‌ای تحلیلی و مالتی مورای فازی

مهدی معمارپور: دانشجوی دوره دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
اشکان حافظ‌الکتب: استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران- نویسنده رابط: a_hafez@azad.ac.ir
سید خلیل‌ا... سجادی: دانشجوی دوره دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبایی تهران، تهران، ایران
مهناز مایل افشار: دانشجوی دوره کارشناسی‌ارشد، گروه مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۲/۸ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/٤/١٤**

چکیده

زمینه و هدف: امروزه در راستای انتخاب یک روش نگهداری مناسب در مدیریت پسماندهای خدمات مراقبت بهداشتی، تصمیم برای انتخاب یک فناوری بهینه به منظور از بین بردن پسماندهای بیمارستانی یک مسئله تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره پیچیده است که شامل عوامل و معیارهای کیفی و کمی می‌باشد. براین اساس، این مقاله یک مدل تصمیم‌گیری جدید برای انتخاب گزینه برتر مدیریت پسماندهای بیمارستانی در شهر تهران ارائه می‌نماید.

روش کار: در این مطالعه، انتخاب فناوری‌های نگهداری پسماندهای بیمارستانی بر مبنای اطلاعات غیردقیق یا داده‌های غیرقطعی بوده و متغیرهای کلامی توسط تصمیم‌گیرندگان (خبرگان) به منظور ارزیابی رتبه‌ها و اوزان معیارها و گزینه‌های توصیف شده استفاده می‌گردند. بر این اساس، در این پژوهش از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی شامل‌روش‌های فرآیند شبکه‌ای تحلیلی فازی و روش مالتی‌مورای فازی استفاده می‌شود. مدل از فرآیند شبکه‌ای تحلیلی فازی برای بدست آوردن وزن‌های مرتبط با معیارها و زیر معیارهای ارزیابی فناوری برتر نگهداشت پسماندهای خدمات مراقبت بهداشتی و از روش مالتی‌مورای فازی برای ارزیابی ۵ فناوری موجود بر اساس معیارهای مذکور استفاده می‌نماید.

نتایج: نتایج مطالعه نشان داد که معیارهای "محیط زیستی" و "فنی" مهم‌ترین معیارهای انتخاب فناوری برتر و "روش هیدروکلاو" مناسب‌ترین فناوری نگهداشت پسماندهای بیمارستانی در شهر تهران می‌باشد.

نتیجه‌گیری: چارچوب پیشنهادی ارائه شده برای ارزیابی فناوری‌های نگهداری پسماندهای بیمارستانی اثربخش بوده و روش هیدروکلاو، به عنوان بهترین راه‌حل و مناسب‌ترین گزینه از دیدگاه محیط‌زیستی، بهداشت عمومی و فنی برای شهر تهران محسوب شود.

واژگان کلیدی: نگهداشت پسماندهای بیمارستانی، تهران، فرآیند تحلیل شبکه فازی، مالتی مورای فازی

مقدمه

پسماندهای بیمارستانی شامل هرنوع ضایعات تولید شده به وسیله تجهیزات و وسایل مراقبت بهداشتی و تجهیزات آزمایشگاهی در حال فعالیت در مجموعه‌های بیمارستانی است که به صورت بالقوه می‌توانند برای سلامتی انسان خطرناک باشند (Chen Liu et al. 2013). مدیریت پسماندهای مراقبت بهداشتی (پسماندهای بیمارستانی) اشاره به مدیریت ضایعات تولید شده از طریق انسان و فعالیت‌های دامپزشکی دارد و شامل تشخیص، پیشگیری، مراقبت‌های درمانی و دارویی و فعالیت‌های آزمایشگاهی و تحقیقاتی است (Hagen et al. 2001) مطابق با دستور سازمان جهانی بهداشت، پسماندهای مراقبت بهداشتی می‌توانند به ۹ دسته اصلی بر اساس جدول ۱ تقسیم شوند (Pruss et al. 1999).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

مدیریت نادرست پسماندهای بیمارستانی می‌تواند منجر به آلودگی محیط زیستی، بوی نامطبوع و رشد حشرات، موش‌ها و کرم‌ها شود. این موضوع همچنین می‌تواند منجر به انتقال بیماری‌هایی مانند تیفوئید (حصبه)، وبا و هپاتیت از طریق صدمات ناشی از اجسام نوک‌تیز آلوده به خون انسان شود. بنابراین مطالعات گذشته، اهمیت روش‌های مناسب را برای مدیریت پسماندهای بیمارستانی متذکر شده‌اند (Chen Liu et al. 2013 2014). مطابق با بررسی سازمان جهانی بهداشت (WHO) در خصوص مدیریت پسماندهای بیمارستانی در ۲۲ کشور در حال توسعه جهان، سهم موسسات پسماندهای بیمارستانی با روش‌های نامناسب نابودی ضایعات (پسماندها) بین ۱۸ تا ٦٤ درصد بوده است(Chen Liu et al. 2015) بنابراین، عملکرد ضعیف و نامناسب روش‌های نابودسازی پسماندهای بیمارستانی که برای چنین زباله‌هایی بکار برده می‌شود، خطرات بهداشتی متعدد و آلودگی‌های محیطی را ایجاد می‌نماید. یک بررسی که در سال ۲۰۰٤ توسط سازمان جهانی بهداشت (WHO) انجام گرفت نشان داد، سالانه ۲۱ میلیون مورد هپاتیت ب، ۲ میلیون مورد هپاتیت C و حدود ۲٦۰ هزار مورد عفونت HIV به دلیل روش‌های نابودسازی نادرست پسماندهای بیمارستانی شناسایی شدند (WHO 2004). بنابراین درمان اثربخش و ایمن و امحای پسماندهای بیمارستانی دو عنصر مهم هستند؛ چرا که این موارد به طور بالقوه می‌توانند خطرات محیطی برای سلامت عموم جامعه ایجاد نمایند (Chen Liu et al. 2013). همچنین برآوردها نشان می‌دهد که سالانه ۵/۲ میلیون نفر (شامل٤ میلیون کودک) در اثر تماس با پسماندهای عفونی جان خود را از دست می‌دهند (Farzadkia et al. 2009).

با این توضیح، پسماندهای بیمارستانی در ایران حدود ۱ تا ۲ درصد از مواد زاید جامد شهری را تشکیل می‌دهند. این پسماندها علی‌رغم اینکه حجم پایینی از ترکیب زباله‌های شهری را تشکیل می‌دهند، به دلیل حساسیت و احتمال خطرزایی بالا، نیازمند توجه و مدیریت ویژه می‌باشند (Farzadkia et al. 2009). در حال حاضر و همچنان در بسیاری از مناطق و کشورهای در حال توسعه، پسماندهای عفونی مراکز بهداشتی درمانی، مطب‌ها و آزمایشگاه‌های تشخیص طبی و مراکز درمانی از جمله بیمارستان‌ها با زباله‌های شهری امحاء می‌گردد که بر بهداشت و سلامت جامعه تاثیرگذار است. پسماندهای شهری قابل بازیافت و تبدیل به کود و قابل استفاده در سطح شهر می‌باشند و به این علت مخلوط نمودن پسماندهای شهری و بیمارستانی تهدیدی برای بهداشت شهروندان و کارکنان بخش خدمات شهری شهرداری‌ها و سازمان‌های مدیریت پسماند که با این قبیل پسماندها در تماس می‌باشند، محسوب می‌شود.

در حقیقت، پسماندهای بهداشتی و پزشکی در دهه‌های اخیر با توجه به جمعیت درحال افزایش، تعداد و حجم تسهیلات مراقبت بهداشتی و همچنین استفاده از محصولات پزشکی قابل عرضه به سرعت در حال افزایش می‌باشند (Mohee 2005).

با عنایت به توضیحات ارائه شده باید گفت، میزان کل زباله‌های بیمارستانی در شهر تهران حدود ۳۰ تن در روز و برای بیمارستان‌های شهر همدان بین ۲ تا ۲/۵ تن برآورد گردیده است. در بررسی انجام یافته در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی و درمانی تهران مشخص گردیده که از ۱۳۵ مرکز بهداشتی درمانی مورد مطالعه تنها ۷ مرکز دارای محل مناسب نگهداری موقت زباله بوده است؛ در حالی که بنابه گزارش اداره کل حفاظت محیط زیست استان تهران ٦٦ تا ۷۰ درصد بیمارستان‌های این استان دارای سامانه تصفیه فاضلاب می‌باشند.

اساساً به منظور حل مسئله پسماندهای بیمارستانی در مطالعات صورت گرفته و برای انتخاب روش‌های نابودسازی پسماندهای بیمارستانی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمتغیره پیچیده به منظور ارزیابی فرآیندهای عملیاتی امحای پسماندها استفاده شده است. به هنگام انتخاب فناوری‌های نگهداشت پسماندهای مراقبت بهداشتی، تصمیم‌گیرندگان باید چندین معیار یا عامل مختلف را به صورت همزمان برای اتخاذ تصمیمات بهینه در نظر بگیرند که این معیارها اغلب در تضاد و تعارض با یکدیگر هستند (Chen Liu et al. 2015). با این

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

توضیح، تا به امروز تعداد زیادی از روش‌های ریاضی، برای حل مسائل مدیریت پسماندهای مراقبت بهداشتی از کشورها و مناطق گوناگون بکار گرفته و توسعه داده شده‌اند. ایراد اصلی تمام مسائل مذکور این است که غالب روش‌ها و روش‌های فوق، نمی‌توانند روابط پیچیده و درونی میان سطوح سلسله مراتبی مختلف معیارها را نمایش نمایند. به علاوه در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان اغلب مبهم است و نشان دادن ارجحیت معیارها و گزینه‌ها با مقادیر دقیق عددی بسیار مشکل است. در واقع تصمیم‌گیرندگان اغلب تمایل دارند گزینه‌ها و اوزان معیارهای مرتبط در مسئله را با استفاده از عبارات بیانی و توصیفی به جای مقادیر عددی دقیق عنوان نمایند (Ezechiel 2012).

بنابراین، در این مقاله قصد بر آن است تا با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، به بررسی و انتخاب فناوری برتر در حوزه نگهداشت و نابودسازی پسماندهای بیمارستانی شهر تهران پرداخته شود. بدین منظور با استفاده از روش ANP فازی به اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارهای انتخاب فناوری برتر و با استفاده از مالتی مورای فازی به انتخاب فناوری برتر نگهداشت پسماندهای بیمارستانی پرداخته شده است.

با عنایت به توضیحات ارائه شده در زمینه پیشینه تحقیقات صورت گرفته در حوزه تعیین فناوری‌های نگهداشت پسماندهای بیمارستانی، می‌توان گفت در بسیاری از تحقیقات انجام شده به منظور بهبود مدیریت پسماندهای مراقبت بهداشتی و تعیین فناوری‌های مربوط به آن، به دلیل پیچیدگی مسائل مدیریت پسماندهای مراقبت بهداشتی، داده‌های دقیق برای مدل‌سازی سناریوهای واقعی ناکافی بوده است (Dursun 2011). بنابراین در تحقیقات بعدی، تئوری مجموعه فازی با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مانند AHP و Topsis و Vikor ترکیب شد. مزیت اصلی اغلب تحقیقات صورت گرفته با ترکیب مجموعه‌های فازی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره این است که این مطالعات، محققین را قادر می‌سازد اطلاعات غیردقیق و نامطمئن را با متغیرهای بیانی (توصیفی) به منظور فرآیند تصمیم‌گیری ترکیب نمایند (Chen Liu et al. 2013).

(Brent et al. 2007) به ترکیب روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با رویکرد مدیریت چرخه حیات در زمینه توسعه پایدار برای توضیح و بهینه‌سازی سیستم‌های مدیریت پسماندهای مراقبت بهداشتی که ریسک میزان آلودگی و عفونت را در مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه به حداقل می‌رساند، پرداختند (Patwary et al. 2009). به بررسی مدیریت پسماندهای پزشکی در داکا پایتخت کشور بنگلادش، به منظور رسیدگی به ریسک‌های محتمل برای امنیت محیط زیست به ویژه برای افرادی که با پسماندهای پزشکی کار می‌کنند، پرداختند (Karagiannidis et al. 2010) به ارزیابی فرآیندهای نگهداشت حرارتی پسماندهای بیمارستانی بیماری‌های واگیر در کشور یونان از طریق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند (Dursun et al. 2011) به ارائه ۲ روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی برای ارزیابی رویکردهای نگهداشت پسماندهای مراقبت بهداشتی مبتنی بر ساختار سلسله مراتبی چند سطحی بر اساس متغیرهای کلامی پرداختند. همچنین (Dursun et al. 2011) به ارائه چارچوب تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره فازی برای ارزیابی فن آوری‌های نگهداری پسماندهای مراقبت بهداشتی در استانبول ترکیه پرداختند (Soares et al. 2013). ارزیابی عملکرد سناریوهای مختلف پسماندهای مراقبت بهداشتی برای ژنراتورهای کوچک شامل مایکروویو، اتوکلاو و آهک ضدعفونی با بکارگیری ارزیابی چرخه عمر و تجزیه و تحلیل هزینه را مورد مطالعه قرار دادند.

(Chen Liu et al. 2013) در کشور چین به ارزیابی روش‌های دفع پسماندهای بیمارستانی شهر شانگهای با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی مبتنی بر ویکور پرداختند. آنها در این تحقیق یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر نظریه مجموعه فازی و روش ویکور برای تعیین مناسب‌ترین گزینه نابود سازی پسماندهای مراقبت بهداشتی در شانگهای ارائه نمودند (Chen Liu et al. 2013). گزینه‌های نگهداری ضایعات بیمارستانی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

در این مطالعه شامل، سوزاندن، استریلیزه کردن با بخار آب، موج کوچک (مایکروویو) و دفن زباله بوده است. رتبه‌بندی بدست آمده برای فناوری‌های نابودسازی پسماندهای بیمارستانی بر اساس معیارهای اقتصادی، فنی، محیط زیستی و اجتماعی و ٦ زیر معیار آنها انجام گرفته است. مطابق با امتیاز نهایی بدست آمده در این تحقیق بر اساس روش ویکور فازی و استفاده از عملگر OWA، گزینه فناوری "استرلیزه با بخار آب"، مناسب‌ترین فناوری نگهداشت پسماندهای بیمارستانی در شهر شانگهای بوده است که با توجه به حداقل خطر ممکن برای محیط زیست و دارا بودن تعهد لازم به بهداشت عمومی، مناسب‌ترین فناوری برای مسئله مدیریت پسماندهای بیمارستانی در شانگهای چین است و پس از آن، فناوری‌های مایکروویو، سوزاندن پسماندها و دفن پسماندها قرار گرفتند.

(Liu et al. 2014)، "بکارگیری روش مالتی مورای کلامی ۲تایی به منظور ارزیابی و انتخاب فناوری نگهداری پسماندهای مراقبت بهداشتی" را مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق، هر دو گروه ضرایب اهمیت عینی و ذهنی معیارها در فرآیند اولویت‌بندی و انتخاب گزینه‌های نگهداشت پسماندهای بیمارستانی استفاده شدند که این موضوع می‌تواند نتایج را واقعی‌تر، عملیاتی‌تر و انعطاف‌پذیرتر نماید. در این تحقیق ٤ فناوری بر اساس معیارهای اقتصادی، فنی، محیط زیستی و اجتماعی و ۸ زیرمعیار آنها اولویت‌بندی شدند. براساس رتبه‌بندی نهایی ٤ گزینه مطابق با روش Itl-Multimoora ارائه شده در این مقاله، مناسب‌ترین فناوری نگهداشت پسماندهای بیمارستانی در شهر شانگهای چین "گندزدایی با بخار آب" بوده است و پس از آن، فناوری‌های مایکروویو، سوزاندن پسماندها و دفن پسماندها قرار داشته‌اند. همچنین زیرمعیار "پذیرش عمومی" مهم‌ترین و زیرمعیارهای "آلودگی صوتی" و "قابلیت اطمینان" کم اهمیت‌ترین معیارها بوده‌اند. در بعد محیط زیستی، رهاسازی با تاثیرات بهداشتی به عنوان مهم‌ترین معیار مبتنی بر ارزیابی‌های ذهنی تصمیم‌گیرندگان و اطلاعات عینی ماتریس تصمیم بوده است. در بعد فنی، اثربخشی نگهداری به عنوان مهم‌ترین معیار در زمان درنظر گرفتن همزمان ضرایب اهمیت ذهنی و عینی شناخته شده است. این یافته‌ها نشان دادکه ابعاد محیط زیستی و فنی در هنگام انتخاب بهترین فناوری نگهداشت پسماندهای بیمارستانی نباید توسط تصمیم‌گیرندگان نادیده گرفته شوند. همچنین از نتایج می‌توان دریافت که تفاوت آشکاری بین ضرایب اهمیت عینی و ذهنی وجود دارد که نشان می‌دهد ارزیابی یک‌طرفه از طریق یک راه حل ممکن است منجربه نتایج غیردقیق و غیرجامع شود.

(Liu et al. 2015)، به ارزیابی فناوری‌های نگهداشت پسماندهای مراقبت‌های بهداشتی با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی پرداختند. آنها در این مطالعه، یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی جدید با یکپارچه‌سازی روش دی متل ۲تایی و روش مالتی مورای فازی برای انتخاب گزینه‌های مدیریت پسماندهای بیمارستانی ارائه نمودند. این مدل از دی متل ۲ تایی تعدیل شده برای بدست آوردن وزن‌های مرتبط با معیارها شامل ٤ بعد (اقتصادی، محیط زیستی، فنی و اجتماعی) و ۸ معیار و از روش مالتی مورای فازی برای ارزیابی گزینه‌ها (شامل ٤ فناوری سوزاندن، استرلیزه کردن با بخار آب، مایکروویو و دفن زباله) بر اساس هر معیار استفاده کرده است. نتایج تحقیق نشان داد، فناوری گندزدایی با بخار آب، مناسب‌ترین فناوری برای مسئله مدیریت پسماندهای بیمارستانی در شانگهای چین بوده است و پس از آن، فناوری‌های مایکروویو، سوزاندن پسماندها و دفن پسماندها قرار داشته‌اند. همچنین معیار "اثربخشی نگهداری پسماندها"مهم‌ترین معیار و معیار "آلودگی صوتی" کم اهمیت‌ترین معیار انتخاب فناوری برتر می‌باشند. در بعد محیط زیست، کارشناسان معیار باقیمانده پسماندها را مهم‌ترین معیار تشخیص داده‌اند. در بعد فنی، کارشناسان اظهار داشته‌اند که اثربخشی نگهداشت پسماندها کلیدی‌ترین و مهم‌ترین معیار بوده است. این یافته‌ها نشان داد که کارشناسان معتقدند، ابعاد "محیط زیست" و "فنی" در هنگام انتخاب بهترین فناوری برای نگهداری پسماندهای مراقبت بهداشتی توسط تصمیم گیرندگان، نباید از نظر دور بمانند و نمی‌توان ازآنها صرف‌نظر نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

همانگونه که در تحقیقات فوق ملاحظه گردید، انتخاب بهترین گزینه نابودسازی پسماندهای مراقبت بهداشتی یک رفتار تصمیم گروهی است و نمی‌تواند به صورت فردی انجام شود و آنچه در این میان حائز اهمیت می‌باشد این است که تصمیم‌گیرندگان مختلف تمایل دارند از عبارات کلامی (بیانی) و توصیفی برای بیان ارزیابی‌هایشان به دلیل تخصص‌ها و پس زمینه‌های مختلف استفاده نمایند. بنابراین، تصمیم‌گیرندگان اغلب گزینه‌ها و اوزان معیارهای مرتبط در مسئله را با استفاده از عبارات زبانی و توصیفی به جای مقادیر عددی بیان می-نمایند.

روش کار

همانگونه که مشاهده گردید، غالب مطالعات صورت گرفته تاکنون فاقد توانایی برای جستجوی روابط میان معیارهای ارزیابی (همبستگی و وابستگی معیارها به یکدیگر) به منظور تجزیه و تحلیل عمیق‌تر بوده‌اند. درواقع، ایراد اصلی تحقیقات صورت گرفته در حوزه ارزیابی فناوری‌های مدیریت پسماندهای بیمارستانی این است که غالب روش‌ها و روش‌های فوق، نمی‌توانند روابط پیچیده و درونی میان سطوح سلسله مراتبی مختلف معیارها را مدیریت نمایند. به علاوه در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان اغلب مبهم است و نشان دادن ارجحیت معیارها و گزینه‌ها با مقادیر دقیق عددی بسیار مشکل است.

بنابراین در این مطالعه به منظور بدست آوردن نتایج عینی‌تر و واقعی‌تر در زمینه انتخاب فناوری برتر در حوزه نگهداشت و نابودسازی پسماندهای بیمارستانی برای ارزیابی معیارهای انتخاب فناوری برتر و بررسی روابط بین معیارها و زیرمعیارهای و تاثیرات متقابل آنها بر یکدیگر از روش ANP فازی و برای انتخاب گزینه نهایی فناوری مناسب برای نگهداشت پسماندهای بیمارستانی در شهر تهران از روش مالتی مورای فازی استفاده شده است. شکل ۱ شمای کلی از مسیر تحقیق را نشان می‌دهد:

۳-۱- تعیین گزینه‌های نگهداشت پسماندهای بیمارستانی در شهر تهران

آلودگی شیمیایی و میکروبی آب‌های زیرزمینی شهر تهران یکی از بزرگ‌ترین معضلات زیست‌محیطی این شهر بوده و نبود سامانه تصفیه و دفع فاضلاب در تهران جزء اصلی‌ترین مشکلات محیط زیستی این شهر قلمداد می‌شود (Tehran University of Medical Sciences and Health Services 2008).

بنابراین، نقش زباله‌های بیمارستانی در انتشار این آلایندگی بسیار دارای اهمیت می‌باشد؛ چرا که میزان کل زباله‌های بیمارستانی در شهر تهران حدود ۳۰ تن در روز می باشد که در مقایسه با شهر همدان حدود ۱۲ تا ۱۵ برابر، پسماند بیشتری در این شهر تولید می‌شود. در بررسی انجام یافته در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی و درمانی تهران مشخص گردیده که از ۱۳۵ مرکز بهداشتی درمانی مورد مطالعه تنها ۷ مرکز دارای محل مناسب نگهداری موقت زباله بوده است؛ در حالی که بنابه گزارش اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان تهران ٦٦ تا ۷۰ درصد بیمارستان‌های این استان دارای سیستم تصفیه فاضلاب می‌باشند.

براین اساس، محققین در این مطالعه انتخاب بهترین فناوری نگهداشت پسماندهای بیمارستانی را در شهر تهران بر اساس ٤ معیار و ۸ زیرمعیار (جدول۲) مدنظر قرار دادند. به منظور انتخاب بهترین فناوری نگهداشت پسماندهای مراقبت بهاشتی، یک کمیته کارشناسی تخصصی شامل ۵ تصمیم‌گیرنده تشکیل گردید. این کارشناسان شامل یک مهندس متخصص محیط‌زیست، یک کارشناس در حوزه مهندسی صنایع و ۳ کارشناس (متخصص) مدیریت پسماندهای بیمارستانی از یک بیمارستان دولتی معروف در شهر تهران بوده‌اند. با مطالعه ادبیات تحقیق و مصاحبه با تیم کارشناسی، ٤ معیار "اقتصادی"، "محیط زیستی"، "فنی" و "اجتماعی" به همراه ۸ زیرمعیار مربوطه جهت ارزیابی فناوری‌های نگهداری پسماندهای بیمارستانی در شهر تهران انتخاب شدند. فهرست معیارها و زیرمعیارهای مربوطه به منظور انتخاب فناوری برتر به شرح جدول ۲ بوده است:

همچنین از طریق مصاحبه با کارشناسان کمیته تخصصی در تهران، محققین ۵ فناوری موجود برای نابودسازی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

پسماندهای پزشکی در تهران را به شرح ذیل شناسایی نمودند:

۱- اتوکلاو(سترون‌سازی با بخارآب)(A_1)

۲- مایکروویو(A_2)

۳- هیدروکلاو(A_3)

٤- زباله‌سوز(A_4)

٥- دفن زباله(A_5)

براین اساس، مقرر شد تا بهترین فناوری با استفاده از روش مالتی‌مورای فازی پیشنهادی تعیین شود.

نمودار ذیل وضعیت رابطه بین معیارها، گزینه‌ها و هدف در خصوص تصمیم‌گیری برای انتخاب فناوری برتر در حوزه نگهداشت پسماندهای بیمارستانی را نشان می‌دهد:

براین اساس، برای ارزیابی ٥فناوری منتخب اعضای تیم کارشناسی مطابق با پرسش‌نامه طراحی شده به مقایسه توصیفی (بیانی) فناوری‌های نگهداری پسماندهای بیمارستانی با توجه به معیارها پرداختند. اعداد فازی مثلثی به دلیل اینکه برای تصمیم‌گیرندگان شهودی و عینی بودند، انتخاب شدند. پس از انجام مراحل مالتی مورای فازی، نتایج نهایی به منظور رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها به شرح جدول ۳ می‌باشد:

نتایج

مطابق با نتایج روش FANP، زیرمعیار " میزان آلایندگی فناوری (C_4) " با وزن موثر ۰/۱٦۱۱مهم‌ترین زیرمعیار و زیرمعیار "هزینه خالص هر تن پسماند(C_1) " با وزن موثر ۰/۰۸۱۷ کم‌اهمیت‌ترین زیر معیار انتخاب فناوری برتر می‌باشند. در معیار "محیط زیست"، کارشناسان زیرمعیار میزان آلایندگی فناوری (C_4) را مهم‌ترین زیر معیار تشخیص داده‌اند. در معیار "فنی"، کارشناسان تصور می‌کنند که قابلیت اطمینان فناوری (C_6) کلیدی‌ترین و مهم‌ترین زیرمعیار است. همچنین در بخش مقایسه معیارها، دو معیار "زیست‌محیطی" و "فنی" به ترتیب با اوزان ۰/٤٦٥و۰/۲٤٦مهم‌ترین معیارهای انتخاب فناوری برتر از دیدگاه کمیته تخصصی بوده‌اند. در واقع کارشناسان معتقدند، معیارهای "محیط‌زیست" و "فنی" در هنگام انتخاب بهترین فناوری برای نگهداری پسماندهای مراقبت بهداشتی توسط تصمیم‌گیرندگان، نباید از نظر دور بمانند و نمی‌توان از آنها صرف‌نظر نمود. پس از این معیارها، ۲ معیار اجتماعی و اقتصادی از اهمیت برخوردار هستند. همچنین روش FANP استفاده شده نشان داد، در معیار اقتصادی، زیرمعیار"هزینه استفاده از فناوری (C_2)" مهم‌ترین زیرمعیار و زیرمعیار" هزینه خالص هر تن پسماند (C_1)" در اولویت دوم قرار دارد. در معیار محیط‌زیست، زیرمعیارهای "میزان آلایندگی فناوری (C_4)"، "باقیمانده پسماندها پس از استفاده(C_3)" و "حجم پسماندها (C_5)" به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. در معیار فنی، زیر معیارهای "قابلیت اطمینان فناوری (C_6)" و "اثربخشی نگهداری (C_7) رتبه‌های اول و دوم را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین معیار اجتماعی و زیرمعیار مربوط به آن یعنی "پذیرش عمومی فناوری (C_8)" رتبه پنجم مهم‌ترین زیرمعیارها را به خود اختصاص داده است و نسبت به معیار اقتصادی از اهمیت بالاتری برخوردار است. لذا در انتخاب فناوری برتر برای نگهداشت پسماندهای بیمارستانی، توجه به این معیار حائز اهمیت می‌باشد.

به علاوه با توجه به نتایج روش مالتی‌مورای فازی، "هیدروکلاو"، بهترین گزینه روش نگهداشت پسماندهای بیمارستانی است؛ این روش حداقل تاثیر منفی را بر محیط-زیست دارد و تعهد به بهداشت عمومی و فناوری های غیرسوز را نشان می‌دهد. فناوری‌های هیدروکلاو (A_3)، اتوکلاو (A_1) و مایکروویو (A_2) (به عنوان فناوری‌های غیرسوز)در رتبه‌های اول تا سوم به منظور انتخاب روش مرجح نگهداشت پسماندهای بیمارستانی با این واقعیت که این روش‌ها آلودگی کمتری را گسترش می‌دهند و پسماندهای بی‌خطر تولید می‌کنند، قرار گرفته‌اند. همچنین، سوزاندن پسماندها(A_4) بعد از گزینه‌های غیرسوزاندنی قرار گرفته است؛ چرا که سوزاندن پسماندهای بیمارستانی ترکیبات و مواد ریز و ذراتی را تولید می‌کند که می‌توانند به صورت بالقوه بر سلامت و ایمنی انسان تاثیر بگذارند و تاثیری منفی بر محیط زیست، به ویژه آلودگی شهر تهران داشته باشند. بنابراین از آنجا که هزینه زباله‌سوزی بالا بوده

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

و ریسک زیادی برای محیط زیست و سلامت عمومی دارد، رتبه پس از فناوری‌های غیرسوز را به خود اختصاص داده است.

بنابراین، در انتخاب بهترین فناوری برای نابودسازی پسماندهای بیمارستانی، ما نمی‌توانیم فقط فناوری بهینه برای نگهداشت پسماندهای بیمارستانی را برگزینیم؛ بلکه باید دریابیم که چگونه می‌توانیم فاصله را تا سطح مطلوب و مورد نظر برای ارتقا دادن گزینه‌های نابودسازی موجود بهبود دهیم. بر این اساس، مدل پیشنهادی می‌تواند از انتخاب بین گزینه‌های فرعی و نامناسب اجتناب ورزد. مهندسان باید تاثیرات همه عوامل را در زمان تصمیم‌گیری انتخاب فناوری نگهداشت پسماندهای بیمارستانی، به حساب آورند، چراکه کارشناسان متذکر شده‌اند، که معیارهای "محیط‌زیستی" و "فنی" باید بیشترین وزن و اهمیت را داشته باشند. نتیجه بدست آمده با استفاده از روش مالتی‌مورای فازی حاکی از آن است که گزینه A_2 (هیدروکلاو) بهترین فناوری نگهداشت و نابودسازی پسماندهای مراقبت بهداشتی در شهر تهران است. پس از آن فناوری های اتوکلاو، مایکروویو، زباله‌سوز و دفن‌زباله قرار دارند. این موضوع تایید می‌کند، مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی ارائه شده یک ابزار موثر در حل کردن مسئله پیچیده انتخاب فناوری نگهداشت پسماند های بیمارستانی با معیارهای به هم وابسته و گزینه‌های سازگار است

بحث

نتیجه بدست آمده در این مقاله، منطبق با نتیجه مطالعه Abd El-Salam است که نشان داد، فناوری سوزاندن روش نگهداری مناسبی برای پسماندهای پزشکی جامد باتوجه به ریسک‌های مربوطه نیست (Abd El-Salam 2010). از طرف دیگر، دفن پسماندها (A_5) که در رتبه آخر قرار گرفته است، اگرچه در مقایسه با سایر روش‌های نگهداشت پسماندهای مراقبت بهداشتی، یک گزینه اقتصادی و مقرون به صرفه محسوب می‌شود، اما به دلیل تاثیرات نامطلوب محیط زیستی و تاثیرات مخرب بر بهداشت و سلامت عمومی تنها می‌تواند در گستره محدودی مورد استفاده قرار گیرد. بر این اساس، نتیجه بدست آمده مبنی بر اولویت داشتن فناوری‌های غیرسوزاندنی بر فناوری‌های سوزاندنی و دفن زباله‌ها، مطابق با نتایج مطالعات Liu در شهر شانگهای چین می‌باشد (Liu et al. 2013, 2014, 2015).

بر اساس نتایج این تحقیق و مطالعات پیشین می‌توان گفت، روش‌های شیمیایی و فیزیکی به کار گرفته شده در جهت بی‌خطرسازی پسماندهای بیمارستانی در سال‌های اخیر هر کدام از مزایا و محدودیت‌هایی برخوردار بوده‌اند (Akter 2000). یکی از پرکاربردترین فناوری‌ها در این خصوص استفاده از کوره‌های زباله‌سوز بوده است. این روش در بسیاری از کشورها گزینه اصلی بی‌خطرسازی پسماندهای بیمارستانی محسوب می‌گردد. اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که با وجود قدمت زیاد و کاربرد گسترده این کوره‌ها متاسفانه در کشور ایران نتایج موثر و تجارب موفقی از آنها بدست نیامده است (Modabery 2007). عدم حصول نتایج مطلوب از کاربرد کوره‌های زباله‌سوز در کشور موجب گردید تا مسئولین ذیربط ضمن عبور از این فناوری، گزینه‌های دیگری را مورد توجه قرار دهند. ماده ٦٥ ضوابط و روش‌های اجرایی مدیریت پسماندهای پزشکی (دستورالعمل مرکز سلامت و محیط کار وزارت بهداشت در سال ۱۳۸۸) استفاده از روش‌های حرارتی غیرسوز را برای بی‌خطرسازی پسماندهای عفونی مورد تاکید قرار می‌دهد (Enviromental and occupational health center 2010). سیستم‌های حرارتی غیرسوز در کشورهای پیشرفته به عنوان روشی متداول برای امحای پسماندهای عفونی پذیرفته شده است. به عنوان مثال ۷۸ درصد پسماندهای عفونی مراکز درمانی ایالت واشنگتن در آمریکا به وسیله این دستگاه‌ها بی‌خطر می‌شوند و فقط ۲۳ درصد از پسماندهای عفونی به طور مستقیم به سایت‌های زباله‌سوزی منتقل می‌گردند (Lee 2004). در سال ۲۰۰۵، ۳۹ درصد پسماندهای عفونی در ژاپن توسط سیستم‌های حرارتی غیرسوز امحا شدند (Miazaky 2005). در ترکیه دستگاه‌های حرارتی غیرسوز به صورت سایت‌های مرکزی در حومه شهرها به کاربرده شده و بیش از ٩٤ درصد پسماندهای عفونی شهر

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

استانبول در این سایت‌ها بی‌خطرسازی و گندزدایی می‌گردند (Birpinar et al. 2009).

بنابراین، هیدروکلاو، اتوکلاو و دستگاه‌های حرارت خشک، از جمله دستگاه‌های بی‌خطرساز با دمای پایین (غیرسوز) هستند که در سال‌های اخیر کاربرد زیادتری برای تصفیه پسماندهای بیمارستانی پیدا کرده‌اند (Mohammadi Bagheri 2001) .در اتو کلاو و هیدروکلاو عملیات بی‌خطرسازی توسط حرارت مرطوب (۱۲۱ تا ۱۳۸ درجه سانتیگراد) به همراه فشار بخار ٤ بار و در دستگاه حرارت خشک این عملیات توسط حرارت خشک (۱۳۰تا ۱۵۵ درجه سانتی‌گراد) همراه با کاربرد گندزدایی شیمیایی انجام می‌گیرد (Ferdowsi et al. 2013; Ezechiel 2012). آنگاه پسماندهای عفونی پس از بی‌خطرسازی در این دستگاه‌ها همانند زباله‌های شهری دفع می‌شوند. این دستگاه‌ها عموما برای بی‌خطرسازی پسماندهایی نظیر کیسه‌های خون و ادرار، اشیا نوک‌تیز و برنده، مواد عفونت‌زای ناشی از آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و تشخیصی مورد استفاده قرار می‌گیرند و بکارگیری آنها برای پسماندهای رادیو اکتیو و پاتولوژیک توصیه نمی‌شود (Armstrong and Reinhardt 2010).

نتیجه‌گیری

علیرغم اینکه، روش‌های مختلفی برای دفع زایدات بیمارستانی در ایران و همچنین در کشورهای اروپایی به کار می‌رود، امروزه برای دفع نهایی مواد زائد بهداشتی از روش بی‌خطرسازی و سیستم غیرسوزی و نهایتاً دفن بهداشتی استفاده می‌شود. بر این اساس، کشورهای پیشرفته و توسعه‌یافته اگرچه پیش از این از زباله‌سوز و سپس از طریق پلاسما، اقدام به امحاء پسماندهای عفونی می‌کردند، اما در حال حاضر با استفاده از سیستم‌های استریل کردن و بی‌خطرسازی اقدام به دفع پسماندهای بیمارستانی می‌کنند. بنابراین برای شهر تهران که سالانه با مشکل آلایندگی فزاینده هوا مواجه است و با خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی و هجوم جانوران موذی مانند موش‌ها نیز مواجه می‌باشد، استفاده از "فناوری هیدروکلاو" در سیستم مراقبت‌های بهداشتی و بیمارستانی، می‌تواند به عنوان بهترین راه‌حل و مناسب‌ترین گزینه از دیدگاه محیط‌زیستی، بهداشت عمومی و فنی محسوب شود.

در خصوص فن آوری برتر هیدروکلاو، می‌توان مهمترین مزایای استفاده از آن را به شرح ذیل برشمرد:

۱- گرم شدن زباله و تزریق بخار به صورت غیر مستقیم صورت می‌پذیرد، بخار به جداره خارجی (Jacket) تزریق شده و دما و فشار مخزن زباله (Chamber) بالا می‌رود. به همین دلیل می‌توان تقطیر حاصل را مجدداً به سیکل تولید بخار بازگرداند.

۲- جهت بسته‌بندی زباله‌ها نیاز به کیسه‌های ضخیم و مقاوم در برابر گرما و در عین حال گران قیمت نمی‌باشد.

۳- بی‌خطرسازی در دمای ۱۲۱ سانتیگراد و فشار ۱٫۱ بار انجام می‌گیرد (دمای پایین‌تر یعنی مصرف انرژی کمتر).

٤- به دلیل وجود همزن تمامی مایعات به بخار تبدیل می‌شود و هیچگونه شیرابه‌ای کف دستگاه باقی نمی‌ماند. همچنین بخار به درون و عمق زباله نفوذ کرده و نیاز به ایجاد خلاء نمی‌باشد.

۵- زباله‌ها را می‌توان بدون نیاز به سرد کردن درون کیسه حمل زباله ریخت.

٦- به دلیل عدم تزریق بخار مستقیم به درون زباله و استفاده از رطوبت زباله در تأمین بخار، زباله کاملاً خشک شده و وزن و حجم آن به شدت کاهش می‌یابد.

۷- ایجاد بو، نامحسوس است به دلیل آنکه بخار به صورت مستقیم به زباله تزریق نمی‌شود و زباله کاملاً خشک خارج می‌گردد.

۸- به دلیل عدم جذب بخار توسط زباله‌ها و استفاده از مایع داخل زباله جهت ایجاد بخار، میزان بخار مصرفی بسیار کاهش می‌یابد.

۹- فن آوری بازیافت بخار و نیاز به دمای کمتر و فشار پایین‌تر و عدم نیاز به کیسه‌های بسته‌بندی مخصوص، این فن آوری را کاملاً مقرون به صرفه می‌نماید.

۱۰- فن آوری ساده هیدروکلاو منجر به سهولت در کاربری و تعمیر و نگهداری می‌گردد و زمانی که این فن

www.SID.ir

Archive of SID

آوری ساخت کشور باشد در دسترس بودن قطعات و خدمات پس از فروش به مزایای دستگاه می‌افزاید.

۱۱- قدرت استریلیتی (قابلیت غیر فعال‌سازی اسپورهای باکتریایی) تا لگاریتم ٦ در پایه ۱۰ می‌باشد.

۱۲- عملیات استریل و خرد کردن به طور همزمان صورت می‌گیرد.

۱۳- ابعاد زباله پس از اتمام مراحل امحاء حداکثر به صورت قطعه‌هایی با اندازه یک سانتیمتر مکعب می‌باشد.

جدول۱- طبقه‌بندی پسماندهای بیمارستانی (Pruss et al. 1999)

رده پسماندها	توضیح و نمونه‌ها
پسماندهای واگیردار	ضایعاتی که مشکوک به آلودگی پاتوژنیک هستند، مانند ضایعات در فرهنگ آزمایشگاهی. ضایعات از بخش‌های جداسازی، بافت‌ها، مواد یا تجهیزات که در تماس با بیماران آلوده قرار دارند؛ فضولات
پسماندهای آسیب شناختی	بافت‌های انسانی یا مایعات مانند اجزای بدن، خون و سایر مایعات بدن؛ جنین
اجسام نوک‌تیز	ضایعات نوک‌تیز مانند مجموعه‌های تزریقی، چاقوی جراحی، چاقو، تیغه، لیوان شکستنی
پسماندهای دارویی	پسماندهای داروخانه‌ای مانند داروهای تاریخ مصرف گذشته یا داروهایی که دیگر مورد نیاز نیستند؛ اجسام آلوده کننده یا آلوده شونده (مانند جعبه‌ها و بطری‌ها)
پسماندهای ژنوتوکسیک	پسماندهای حاوی داروهای شیمی‌درمانی (اغلب در درمان سرطان استفاده می‌شوند)
پسماندهای شیمیایی	پسماندهای شامل مواد شیمیایی مانند معرف‌های آزمایشگاهی، ضدعفونی‌هایی که تاریخ مصرفشان گذشته یا آنهایی که دیگر مورد نیاز نیستند؛ حلال‌ها
پسماندهای با مقدار زیاد فلزات سنگین	باتری‌ها، دماسنج‌های شکسته، ابزار اندازه‌گیری فشار خون و ...
ظروف تحت فشار	سیلندرهای گاز، کارتریج‌های گاز، قوطی‌های آئروسل
پسماندهای پرتوزا	پسماندهای حاوی مواد پرتوزا مانند مایعات غیر قابل استفاده از پرتودرمانی یا تحقیقات آزمایشگاهی، ظروف شیشه-ای آلوده، بسته‌ها یا کاغذهای جاذب، ادرار و مدفوع بیماران تحت مراقبت یا تحت آزمایش با پرتوهای بدون پوشش، منابع مهر و موم شده

جدول۲- فهرست معیارها و زیرمعیارهای مربوطه به منظور انتخاب فناوری برتر

تعیین بهترین فناوری نگهداری پسماندهای مراقبت بهداشتی			
معیار اجتماعی	معیار فنی	معیار محیط‌زیستی	معیار اقتصادی
پذیرش عمومی (C8) (MAX)	قابلیت اطمینان-(C_6) MAX	باقیمانده پس‌ماندها-MIN (C_3)	هزینه خالص هر تن پسماند (C_1)-MIN
	اثربخشی نگهداری (C7)-MAX	میزان آلایندگی فناوری -(C_4) MIN	هزینه استفاده از فناوری MIN-(C_2)
		حجم پسماندها-MIN (C_5)	

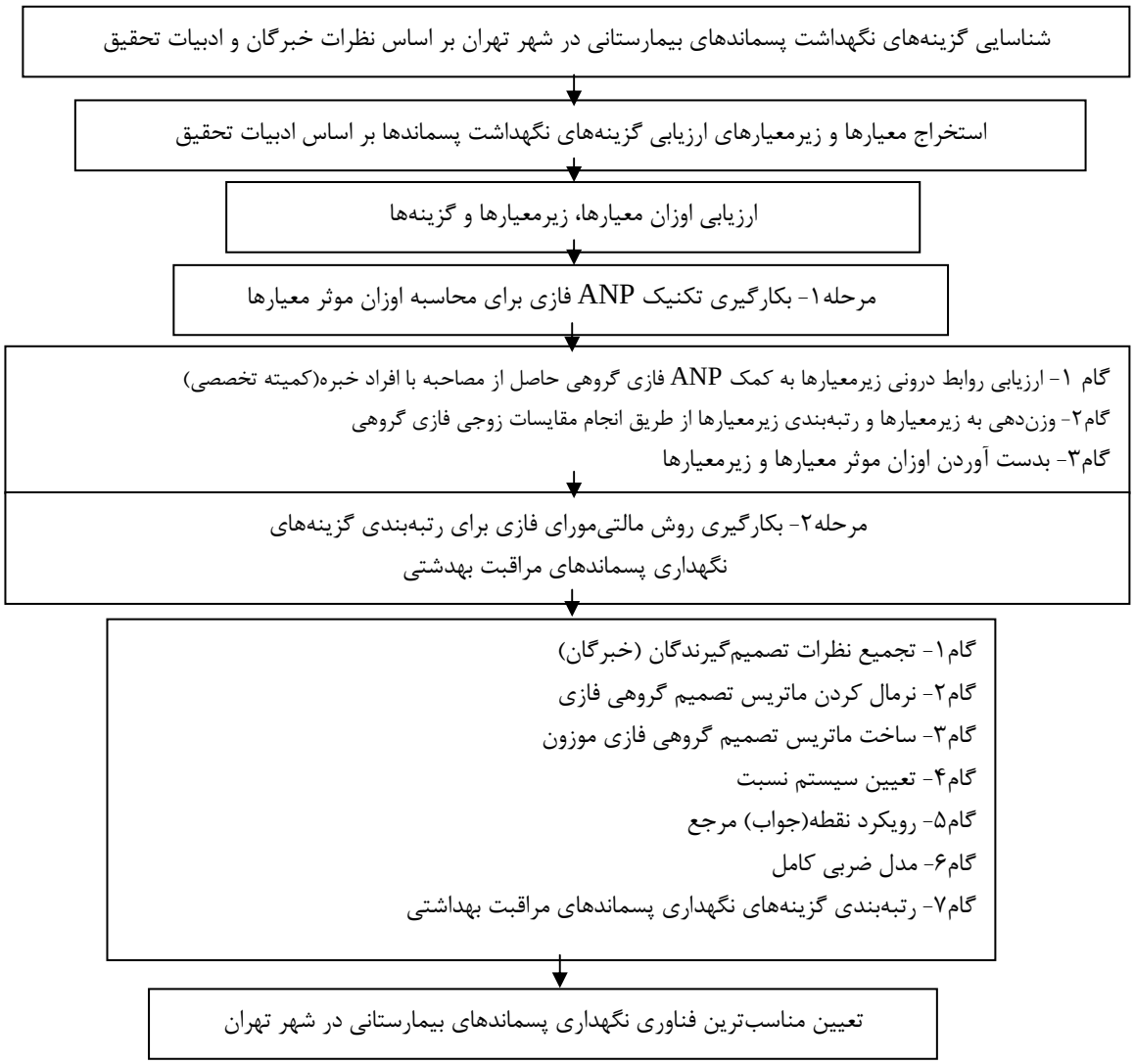
Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- نتایج ارزیابی فناوری‌های نگهداشت پسماندهای بیمارستانی بر اساس روش مالتی‌مورای فازی

گزینه‌ها (فناوری-ها)	$\tilde{y}_i$	رتبه‌بندی	d_i	رتبه‌بندی	$\tilde{w}_i$	رتبه-بندی	رتبه-بندی نهایی
A_1	(۰/۱۹۸و۰/۱۰۰۳و۰/۱۵۶۲-)	۲	۰/۹۳۸	۲	(۰/۰۰۷۵و۰/۰۹۱۷و۱/۹۴۷)	۲	۲
A_2	(۰/۱۶۷و۱/۷۰۳و۳/۲۱۵-)	۳	۰/۹۶۰	۳	(۰/۰۰۱و۰/۰۱۹۳و۰/۵۲۴۹)	۳	۳
A_3	(۰/۳۷۱و۰/۱۰۰۷و۲/۲۹۸-)	۱	۰/۹۳٤	۱	(۰/۰۰۸۷و۰/۱۵۰۹و۵/۰۲٤)	۱	۱
A_4	(۰/۰۸۱و۱/۷۹٦و۳/۳۷۳-)	٤	۰/۹٦۱	٤	(۰/۰۰۱۲و۰/۰۱٦۱و۰/۲٦۱۱)	٤	٤
A_5	(۰/۵٤۱و۲/۳۳۱و٤/۰۳٤-)	۵	۰/۹۷۲	۵	(۰/۰۰۰۳و۰/۰۰۷۳و۰/۰۱۳۸)	۵	۵



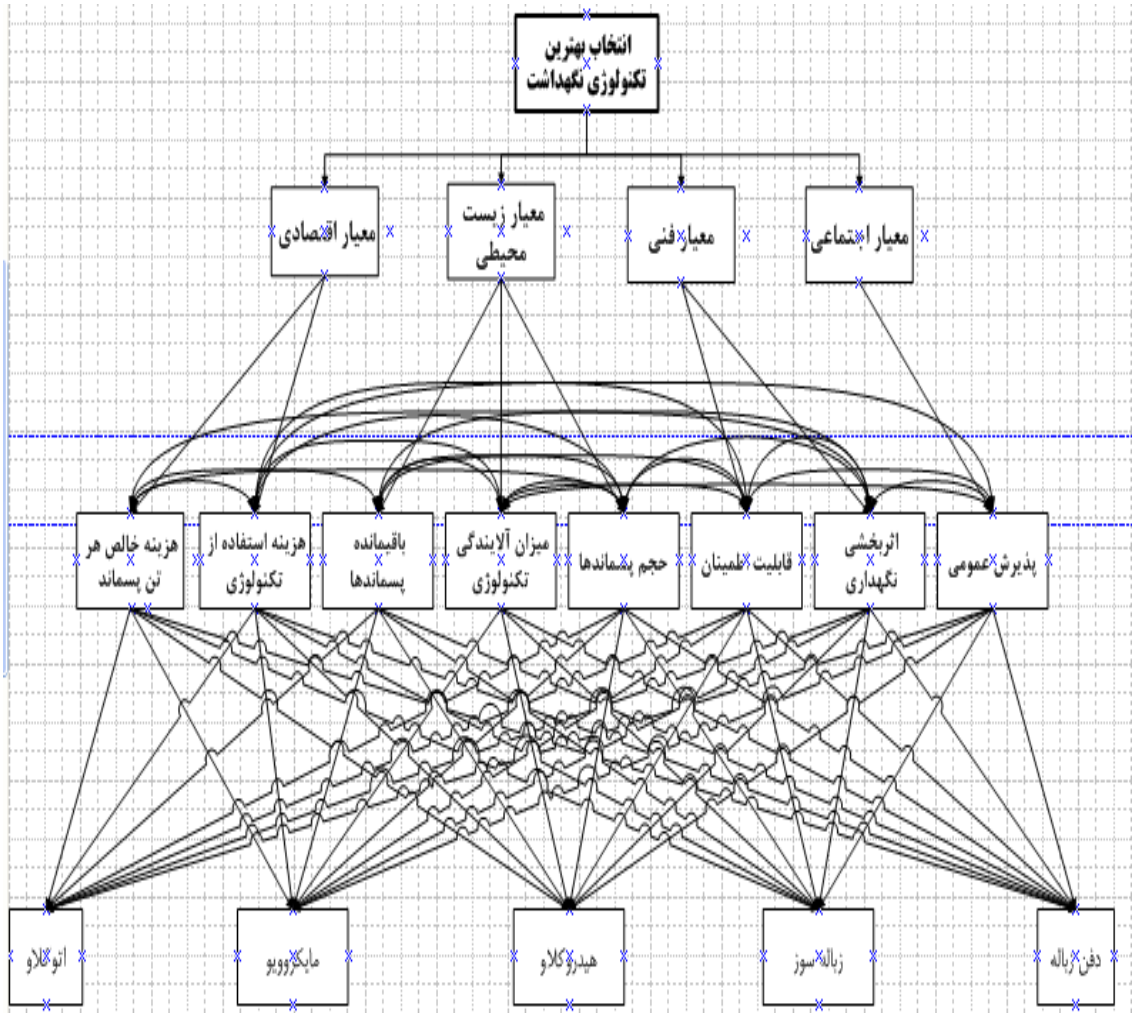
نمودار۱- وضعیت رابطه بین معیارها، گزینه‌ها و هدف در خصوص تصمیم‌گیری برای انتخاب فناوری برتر در حوزه نگهداشت پسماندهای بیمارستانی

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016



شکل ۱- شمای کلی از مسیر تحقیق

Reference

Abd El-Salam, M.M., 2010. Hospital waste management in El-Beheira Governorate, Egypt. *Journal of Environmental Management*. 91, pp. 618–629.

Akter N., 2000. Medical Waste management: A review: Asian institute of Technology: Thailand

Armstrong B.A. and Reinhardt P.A, 2010. Managing laboratory biomedical waste using a large on-site autoclave–shredder, Journal of Chemical Health and *Safety;* **17**(6), pp. 33–39.

Birpinar ME. and Bilgili MS,Erdogan, T., 2009. Medical Waste management in Turkey. *A Case study of Istanbul. Waste management;* **29**(1), pp. 445-448.

Brent, A.C., Rogers, D.E.C., Ramabitsa-Siimane, T.S.M. and Rohwer, M.B., 2007. Application of the analytical hierarchy process to establish health care waste management systems that minimize infection risks in developing countries. *European Journal of Operational Research.* 181, pp. 403–424.

Chen-Liu, H., Wu, J. and li, P., 2013. Assessment of health-care waste disposal methods using a VIKOR-based fuzzy multi-criteria decision making method. *waste management*, pp.1-8.

Chen Liu, H., Xin You, J. and Lu., CH., 2014. Application of interval 2-tuple linguistic MULTIMOORA method for

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

health- care waste treatment technology evaluation and selection, *Waste management*. pp. 1-10.

Chen Liu, H., Xin You, J. and Lu., CH., 2015. Assessment of health-care waste disposal methods using a VIKOR-based fuzzy multi-criteria decision making method, *Renewable and sustainable energy Reviews*, 41, pp. 932-942.

Dursun, M., Karsak, E.E. and Karadayi, M.A., 2011a. Assessment of health-care waste treatment alternatives using fuzzy multi-criteria decision making approaches. *Resources, Conservation and Recycling*. 57, pp. 98–107.

Dursun, M., Karsak, E.E. and Karadayi, M.A., 2011b. A fuzzy multi-criteria group decision making framework for evaluating health-care waste disposal alternatives. *Expert Systems with Applications*. 38, pp. 11453–11462.

Enviromental and occupational health center, Iranian ministry of health and medical education., 2010. A guide to training materials for health care waste management; 24, pp. 143-151.

Ezechiel, OL., 2012. Healthcare waste management status in Lagos State, Nigeria: a case study from selected healthcare facilities in Ikorodu and Lagos metropolis. *Waste Management & Research;* **30**(6), pp. 562-571.

Farzadkia, M., Moradi, A., Shah Mohammadi, M. and Jorfi, S., 2009. Hospital waste management status in Iran: a case study in the teaching hospitals of Iran University of Medical Sciences. *Waste Management and Research*, 27, pp. 384–389.

Ferdowsi, A., Ferdosi, M. and Mehrani, MJ., 2010. Incineration or Autoclave? A Comparative Study in Isfahan Hospitals *Waste Management System Mat Soc Med.* 2013; 25, pp. 48-51.

Hagen, D.L., Al-Humaidi, F. and Blake, M.A., 2001. Infectious waste surveys in a Saudi Arabian hospital: an important quality improvement tool. *American Journal of Infection Control*. 29, pp.198–202.

Karagiannidis, A., Papageorgiou, A., Perkoulidis, G., Sanida, G. and Samaras, P., 2010. A multi-criteria assessment of scenarios on thermal processing of infectious hospital wastes: a case study for Central Macedonia. *Waste Management.* 30, pp. 251–262.

Lee, BK., Ellenbecker, MJ. and Moure-Ersaso, R., 2004. Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical Wastes. *Waste management*. 24, pp. 143-151.

Modabery, S., 2007. Hospital waste in Tehran City: Incineration or sterilizing. *Solid Waste management*, 8, pp. 286-291. [In Persian]

Mohammadi Bagheri, D., 2001. Principles of management of silod waste management in clinical and laboratorial centers. Tehran: Shahrab. [In Persian]

Mohee, R., 2005. Medical wastes characterization in healthcare institutions in Mauritius. *Waste Management*. 25, pp. 575–581.

Miazaky, M. and Une, H., 2005. Infections waste management in Japan: A revised regulated and a management process in medical institutions. *Waste management;* **25**(6), pp. 616-621.

Patwary, M.A., O'Hare, W.T., Street, G., Maudood Elahi, K., Hossain, S.S. and Sarker, M.H., 2009. Quantitative assessment of medical waste generation in the capital city of Bangladesh. *Waste Management*. 29, pp. 2392–2397.

Prüss, A., Giroult, E. and Rushbrook, P., 1999. *Safe Management of Wastes from Healthcare Activities.* World Health Organization, Geneva.

Semih, O., Soner, K. and Elif, S.I., 2009. Long Term Supplier Selection Using a Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for a Telecommunication Company. *Journal of Expert Systems with Applications.* 36, pp. 3887 – 3895.

Soares, SR., Finotti, AR. and PrudênciodaSilva, V., 2013. Alvarenga RAF. Applications of life cycle assessment and cost analysis in health care waste management. *Waste Manage*. 33, pp. 175–183.

www.SID.ir

Archive of SID

Tehran University of Medical Sciences and Health Services Website., 2008. What we know from air pollution? revised in 1 October [In Persian].

World Health Organization policy paper., 2004. Safe health-care waste management.

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

www.SID.ir

Archive of SID

Selection of Appropriate Technology for Storing and Disposal of Hospital Wastes in the City of Tehran Using a Combination of Fuzzy Analysis Network Process and MULTIMOORA Method

Memarpour, M., Ph.D. **Student, Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch, Tehran, Iran**

Hafezalkotob, A., Ph.D. **Assistant Professor, Industrial Engineering College, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran- Corresponding Author: a_hafez@azad.ac.ir**

Sajjadi, S.kh., Ph.D. **Student, Department of Industrial Management, Tehran Allameh Tabatabaei University, Tehran, Iran**

Mayel Afshar, M., MSc. **Student, Department of Health and Care Services Management, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch, Tehran, Iran**

Received: Feb 26, 2016 **Accepted: Jul 4, 2016**

ABSTRACT

Background and Aim: Nowadays selecting an appropriate technology for storing and disposal of health care wastes is a difficult task. For example, selecting an optimum technology for storing and disposal of hospital wastes is a complex multi-criteria decision-making process, which requires consideration of qualitative and quantitative factors and criteria. This paper presents a new decision-making model for selecting a better method in the management of health care wastes in the City of Tehran.

Materials and Methods: So far selection of technologies for health care wastes storing has been based on inaccurate information or uncertain data, and linguistic variables have been used by decision-makers (experts) to assess the ranks, criteria and options described.In this study a combinational multi-criteria decision-making model has been used which includes the fuzzy analytic network process technique and the fuzzy MULTIMOORA method. This model uses the fuzzy analytic network process to get the related with criteria and sub-criteria of better health care wastes storage technology and uses MULTI MOORA method for evaluation of five available technologies based on the above-mentioned criteria.

Results: Analysis of the data showed that the "environmental" and "technical" criteria were the most important criteria for selection of the best technology, while for storing health care wastes "hydroclave" is the most appropriate technology in the City of Tehran.

Conclusion: The proposed framework for assessing health care wastes technologies for storing hospital wastes is effective, and the hydroclave technology is to be considered as the best solution and the most suitable option from the environmental, public health and technical perspectives in the City of Tehran.

Keywords: Health Care Wastes, Tehran, Fuzzy Analytic Network Process, Fuzzy MULTI MOORA

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 14:58 IRST on Wednesday October 26th 2016

www.SID.ir