*Received: 2023/03/1*
*Accepted: 2023/3/17*
*How to cite:*
*Golrayhan MH, Jozi SA, Zaeimdar M, Rezaian S. Ranking of hospital waste management criteria using multi-criteria decision-making approach in selected hospitals. EBNESINA 2023;25(3):58-73.*
*DOI: 10.22034/25.3.58*

Original Article

# Ranking of hospital waste management criteria using multi-criteria decision-making approach in selected hospitals

**Mohammad Hassan Golrayhan[1], Seyed Ali Jozi[2]✉, Mojgan Zaeimdar[3], Sahar Rezaian[4]**

## Abstract

**Background and aims:** Improper management of hospital waste has become a major concern in many developing countries. The present study was conducted with the aim of ranking the health-environmental and management criteria of hospital waste using the multi-criteria decision-making approach of ANP-TOPSIS.

**Methods:** This research is a qualitative study. After identifying and determining the health-environmental and management criteria of hospital waste, the validation of criteria was done using the Delphi method and using a questionnaire. SPSS software was used for data analysis. In order to weight the criteria and sub-criteria, the Analytical Network Process (ANP) technique and Super Decision 2.2 software were used. Then, TOPSIS method was used to evaluate and prioritize the identified sub-criteria.

**Results:** Totally, 11 criteria and 44 sub-criteria were validated by Delphi method. Results indicated that "the participation of nursing assistants in separating infectious and non-infectious waste" (by weight of 0.705), "the participation of nurses in waste disposal" (by weight of 0.659), and "decontamination using hydroclave method" (by weight of 0.633) were found to be the first three main controlling health-environmental sub-criteria in waste disposal, respectively. Also, the sub-criteria of "participation of nurses in educational programs", and "participation of nursing assistants in educational programs", and "changing the purchasing chain in reducing waste production" were identified as the most effective management criteria in reducing waste production, with scores of 0.778, 0.748 and 0.718, respectively.

**Conclusion:** Based on the obtained results, encouraging employees to participate in waste separation and management training, modifying the purchasing process with an emphasis on reducing hospital waste production, as well as regular and continuous monitoring can improve the effective implementation of waste management practices in hospitals.

**Keywords: Medical Waste, Environmental Health, Waste Management, Qualitative Research**

1. PhD candidate, Department of Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Assistant professor, Department of Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. Associate professor, Department of Environment, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran

✉ Corresponding Author:
Seyed Ali Jozi
Address: Department of Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran Iran
Tel: +98 (21) 38529618
E-mail: sajozi1975@gmail.com



OPEN ACCESS
Copyright© 2023. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: http://www.ebnesina.ajaums.ac.ir

مقاله تحقیقی

# رتبه‌بندی معیارهای مدیریت پسماندهای بیمارستانی با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره در بیمارستان‌های منتخب

محمدحسن گل‌ریحان[1]، سیدعلی جوزی[2]✉، مژگان زعیم‌دار[3]، سحر رضایان[4]

## چکیده

**زمینه و اهداف:** مدیریت نامناسب پسماندهای بیمارستانی به یک نگرانی عمده در بسیاری از کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است. پژوهش حاضر با هدف رتبه‌بندی معیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستانی با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره ANP-TOPSIS انجام شده است.

**روش بررسی:** این پژوهش از نوع مطالعات کیفی است. پس از شناسایی و تعیین معیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستانی، اعتبارسنجی معیارها به روش دلفی و با استفاده از پرسشنامه انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، نرم افزارSPSS مورد استفاده قرار گرفت. به منظور وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها، تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و نرم‌افزار Super Decision2.2 مورد استفاده قرار گرفت. سپس برای ارزیابی و اولویت‌بندی زیرمعیارهای شناسایی شده، از روش TOPSIS استفاده شد.

**یافته‌ها:** تعداد ۱۱ معیار و ۴۴ زیرمعیار به روش دلفی معتبر گردید. نتایج نشان داد که زیرمعیار میزان مشارکت کمک پرستاران در تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی (با وزن ۰/۷۰۵)، میزان مشارکت پرستاران در تفکیک پسماندها (با وزن ۰/۶۵۹) و میزان بی‌خطرسازی پسماند به روش هیدروکلاو (با وزن۰/۶۳۳) به ترتیب اولویت اول تا سوم زیرمعیارهای بهداشتی-محیط زیستی و همچنین زیرمعیارهای مشارکت پرستاران در برنامه‌های آموزشی، مشارکت کمک پرستاران در برنامه‌های آموزشی و تأثیر اصلاح زنجیره خرید در کاهش تولید پسماند به ترتیب با امتیازهای ۰/۷۷۸، ۰/۷۴۸ و ۰/۷۱۸ اولویت اول تا سوم مؤلفه مدیریتی را به خود اختصاص داده‌اند.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج به دست آمده، تشویق کارکنان به مشارکت در آموزش، اصلاح فرایند خرید با تأکید بر کاهش تولید پسماند بیمارستان و نظارت منظم و مستمر می‌تواند اجرای مؤثر شیوه‌های مدیریت پسماند در بیمارستان‌ها را بهبود بخشد.

**کلمات کلیدی: پسماندهای پزشکی، بهداشت محیط، مدیریت پسماند، مطالعات کیفی**

فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا (سال بیست و پنجم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۲، مسلسل ۸۴)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۳۰

۱. دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت محیط زیست، واحد تهران شمال دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران
۲. استاد گروه محیط زیست، واحد تهران شمال دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. استادیار گروه محیط زیست، واحد تهران شمال دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۴. دانشیار گروه محیط زیست، واحد شاهرود دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

✉نویسنده مسئول: سیدعلی جوزی
آدرس: گروه محیط زیست، واحد تهران شمال دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
تلفن: ۳۸۵۲۹۶۱۸ (۲۱) ۹۸+
ایمیل: sajozi1975@gmail.com

همه حقوق مادی و معنوی این اثر به فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا تعلق دارد.

## مقدمه

یکی از انواع مهم مواد زائد جامد، پسماندهای تولیدی در مراکز بهداشتی–درمانی نظیر بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، آزمایشگاه‌های تشخیص طبی و مطب‌های پزشکان و دندانپزشکان است [۱]. در بین این دسته از مراکز بهداشتی–درمانی، بیمارستان‌ها از لحاظ تولید پسماند، جایگاه ویژه‌ای در نظام مراقبت‌های بهداشتی دارند و بخش عمده ارائه‌دهندگان خدمات بهداشتی–درمانی را تشکیل می‌دهند [۲]. مراکز خدمات پزشکی بر اساس سرانه مقدار زیادی پسماند جامد تولید می‌کنند. سازمان بهداشت جهانی پسماندهای پزشکی را پسماندهای تولید شده توسط فعالیت‌های مراقبت‌های بهداشتی شامل طیف گسترده‌ای از مواد، سوزن و سرنگ‌های استفاده شده تا پانسمان‌های آلوده، اعضای بدن، نمونه‌های تشخیصی، خون، مواد شیمیایی، داروها، وسایل پزشکی و مواد رادیواکتیو و غیره تعریف می‌کند [۳]. پسماندهای پزشکی حاوی موادی هستند که می‌توانند در حین تشخیص، شناسایی یا درمان عفونی، ایجاد شده باشند که آنها را می‌توان به دسته‌های مختلف طبقه‌بندی کرد. براساس تعریف سازمان بهداشت جهانی، پسماندهای بیمارستانی به دو نوع پسماندهای خطرناک و غیرخطرناک یا پسماندهای عمومی طبقه‌بندی می‌گردند؛ در حالی که در ایالات متحده و در برخی کشورها، پسماندهای پزشکی به چهار نوع عمده: عمومی، عفونی، خطرناک و رادیواکتیو طبقه‌بندی می‌شوند [۴]. پسماندهای بیمارستانی خطرناک شامل پسماندهای پاتولوژیک، عفونی، دارویی و سیتوتوکسیک، شیمیایی، رادیواکتیو و اجسام تیز و برنده هستند [۵]. در مجموع حدود ۷۵ تا ۹۰٪ پسماندهای مراقبت‌های بهداشتی–درمانی مربوط به پسماندهای عمومی یا غیرخطرناک هستند، در حالی که ۱۰ تا ۲۵٪ باقی مانده، در طبقه پسماندهای خطرناک قرار می‌گیرند. پسماندهای تولید شده در بیمارستان‌ها چه در مقادیر زیاد و چه کم، پتانسیل بالایی برای عفونت و آسیب دارند [۶]. در سطح جهانی، مدیریت ناکافی و نامناسب پسماندهای بیمارستانی به یک نگرانی عمده در بسیاری از کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است. تأثیر سوءمدیریت پسماند از نظر پیامدهای جدی بر سلامت عمومی بسیار مهم است و اثرات قابل توجهی بر محیط زیست دارد. همچنین از عوامل اصلی افزایش نسبت تولید پسماندهای بیمارستانی، نرخ رشد بالای جمعیت، افزایش تعداد امکانات بهداشتی–درمانی، دسترسی آسان جمعیت به مراکز درمانی و استفاده از محصولات پزشکی قابل عرضه است [۷]. مشکلات ناشی از مدیریت ضعیف پسماند شامل آسیب ناشی از ابزارهای تیز و برنده، بیماری‌های انسانی ناشی از عوامل عفونی و آلودگی محیط زیست ناشی از مواد شیمیایی سمی و خطرناک است. بنابراین، مدیریت پسماندهای پزشکی یک نگرانی اصلی برای همه مسئولان و قانون‌گذاران است و مستلزم توجه مداوم است [۸]. در سال‌های اخیر در ایران تولید پسماندهای بیمارستانی به طور چشمگیری افزایش یافته است اما متأسفانه همچون اغلب کشورهای درحال توسعه، درکشور ما نیز به همان نسبت به مدیریت این پسماندها پرداخته نشده است. نبود سیاست‌های آینده‌نگر در دفع پسماند، تخصیص نیافتن بودجه لازم و کافی برای مدیریت پسماند، فقدان قوانین و مقررات در جمع‌آوری و دفع پسماند، نبود آموزش‌های لازم در کارکنان و مسئولان، عدم کنترل و نظارت بر مجموعه دفع پسماند، فقدان تجهیزات کافی و مناسب در بیمارستان‌ها و از همه مهمتر، ضعف سیستم مدیریتی، از دلائل اصلی مشکلات دفع پسماندهای بیمارستانی در ایران هستند [۹]. مدیریت پسماندهای بیمارستانی با استفاده از تکنیک‌های متنوعی انجام می‌شود که می‌توان آنها را از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار داد. در مطالعه بابایی تریکولایی و همکارانش، تحت عنوان «مدل جمع‌آوری و حمل و نقل پسماندهای پزشکی پایدار برای بیماری‌های همه‌گیر» بیان کردند که مدیریت پسماندهای پزشکی هم از نظر اقتصادی و هم از نظر محیط زیستی یک مسئله مهم است، زیرا به یک رویکرد به موقع و یکپارچه برای جمع‌آوری، حمل و نقل و دفع مواد عفونی و یا خطرناک نیاز دارد؛ در این مطالعه مدل حمل و نقل و جمع‌آوری با هدف به

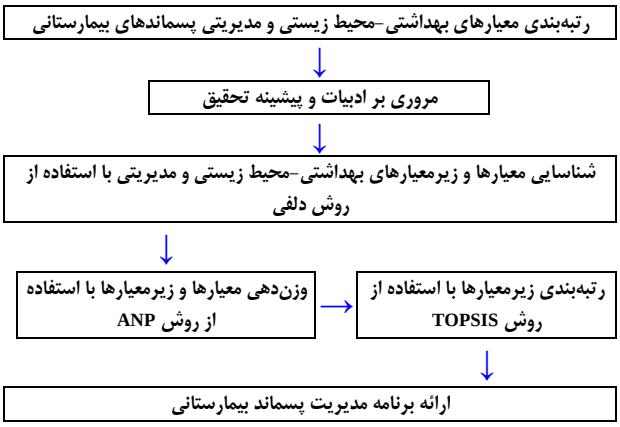
حداقل رساندن هزینه‌های ناشی از حمل و نقل، آلودگی ناشی از انتشار، برون سپاری و استفاده از وسایل نقلیه ارائه شده است [۱۰]. لی[1] و همکارانش، در مقاله‌ای تحت عنوان «کنترل ریسک حمل و نقل دفع پسماند در سیستم بهداشت و درمان با شبکه جمع‌آوری پسماند دو گانه» کنترل ریسک حمل و نقل دفع پسماند را مورد بررسی قرار داده‌اند و یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری برای مسیریابی جمع‌آوری پسماند در سیستم مراقبت‌های بهداشتی به منظور مدیریت پسماند ارائه داده‌اند [۱۱]. همچنین نیشیتا[2] و همکارانش، مطالعه‌ای تحت عنوان «دانش، نگرش و عملکرد کارکنان پرستاری بیمارستان آموزشی مراقبت‌های عالی خصوصی و دولتی در زمینه مدیریت پسماندهای زیست پزشکی» نشان دادند ۷۱٪ کارکنان آموزش مدیریت پسماند دیده‌اند و ۹۱٪ کارکنان تمایل به شرکت در برنامه‌های مدیریت پسماند داشتند [۱۲]. کومار داس[3] و همکارانش، در مطالعه‌ای تحت عنوان«همه‌گیری کووید-۱۹و استراتژی مدیریت پسماند جامد بهداشتی- درمانی» نشان دادند که ضد عفونی کردن پسماند و به دنبال آن تفکیک مناسب و بی‌خطرسازی در محل تولید پسماند، می‌تواند مدیریت بهتری از پسماندهای بهداشتی ارائه دهد و درمان سیار و استراتژی‌های ذخیره‌سازی موقت ممکن است به مدیریت پایدار پسماندهای بهداشتی بدون گسترش بیشتر ویروس کمک کند [۱۳]. همچنین مدیریت صحیح پسماند بهداشتی می‌تواند به بازیافت پسماند یا تبدیل آن به محصولات با ارزش مانند انرژی کمک کند. اسلامی و همکارانش، در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی کمیت، کیفیت و مدیریت پسماندهای بیمارستانی شهر رفسنجان در سال ۱۳۹۹» به این نتیجه رسیدند که مراکز بیمارستانی شهر رفسنجان، کمیت و کیفیت پسماندهای بیمارستانی تولیدی و وضعیت مدیریت این پسماندها از نقطه تولید تا دفع از مطلوبیت نسبی برخوردار بوده است و میانگین سرانه تولید پسماند به ازای هر بیمار در بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان ۲/۱۲ کیلوگرم بوده است [۱۴]. محمدپور و همکاران، در مقاله‌ای تحت عنوان «تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ بر مدیریت پسماند مراقبت‌های بهداشتی» نشان دادند که افزایش بی‌سابقه در تولید پسماندهای بیمارستانی و همچنین مدیریت پسماندهای پزشکی در طی همه‌گیری کرونا ضعیف بوده است [۱۵]. یزدانی و همکاران، مطالعه‌ای با عنوان «شناسایی و اولویت‌بندی روش‌های مدیریت پسماند بیمارستانی جهت کاهش آلودگی زیست محیطی در شهر یزد با روش AHP-TOPSIS» انجام دادند که در این تحقیق ۸ معیار مؤثر در اولویت‌بندی روش‌های مدیریت پسماند بیمارستانی و نیز پنج روش جهت مدیریت پسماند بیمارستانی با نظر خبرگان وارد مطالعه شدند نتایج وزن‌دهی معیارها با روش AHP نشان داد که معیارهای بهداشتی با وزن ۰/۳۴۳، اقتصادی ۰/۲۰۳ و مقبولیت قانونی ۰/۱۳۵ به عنوان مهمترین معیارها شناخته شده‌اند، همچنین نتایج رتبه‌بندی تکنیک TOPSIS نشان داد روش‌های بی‌خطرسازی با اتوکلاو با امتیاز ۰/۶۶۸، استفاده از امواج مایکروویو با امتیاز ۰/۶۱۶ و بی‌خطرسازی با گندزدایی شیمیایی با امتیاز ۰/۴۷۳ دارای بالاترین اولویت در بی‌خطرسازی پسماندهای عفونی بیمارستانی از دیدگاه خبرگان تحقیق هستند [۱۶]. تحقیق حاضر با هدف رتبه‌بندی معیارهای بهداشتی و محیط زیستی پسماندهای بیمارستانی با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره ANP-TOPSIS انجام شده است.

## روش بررسی

این مطالعه کیفی برای رتبه‌بندی معیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستانی با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره ANP-TOPSIS در بیمارستان‌های منتخب در سال ۱۴۰۱ انجام شد. ابتدا برای شناسایی و تعیین معیارها با مطالعه متون علمی و قوانین و مقررات کشوری و بین‌المللی، جستجوی کتابخانه‌ای معیارها و

1. Li
2. Nishitha
3. Kumar Das

زیرمعیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستانی انجام شد. با بررسی و مقایسه نظریات متفاوت در زمینه معیارهای قابل استفاده، مجموعه‌ای از معیارها و زیرمعیارها انتخاب گردید. برای این منظور معیارها در قالب یک پرسشنامه درآمد و از روش دلفی و تشکیل گروه پانل دلفی استفاده شد. دلفی یک روش پرکاربرد و مورد قبول است که برای جمع‌آوری داده‌ها از پاسخ‌دهندگان در دامنه تجربه و تخصص آنها استفاده می‌شود. این روش فرآیندی ساختار یافته برای جمع‌آوری و طبقه بندی دانش موجود در نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است که از طریق مصاحبه و توزیع پرسشنامه‌هایی در بین افراد و بازخورد کنترل شده پاسخ‌ها و نظریه‌های دریافتی صورت می‌گیرد [۱۷]. هیچ‌گاه در ادبیات مطالعه دلفی توافقی در مورد تعداد بهینه سوژه‌ها به دست نمی‌آید. هوگارت معتقد است ۱۵-۶ عضو برای تکنیک دلفی ایده‌آل است [۱۸]. در این تحقیق سنجش روایی صوری و محتوایی پرسشنامه‌ها بر مبنای روش دلفی در چندین مرحله صورت پذیرفت که این مراحل تا به اجماع رسیدن نظرات خبرگان ادامه یافت. به این صورت که در این مراحل پرسشنامه (محقق ساخته) با روش دلفی طراحی شد و برای پانل دلفی متشکل از ۱۵ نفر از مسئولین بهداشت بیمارستانی، مدیران بیمارستان‌ها، کارشناسان اعتباربخشی و بهبود کیفیت، فارغ‌التحصیلان (کارشناسی ارشد و دکتری) مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی ارسال گردید و از آنها خواسته شد تا با توجه به نظراتشان برای هر معیار و زیر معیار متناظر با آن بر حسب اهمیتی که دارد از مقیاس لیکرت (۱ تا ۵) عددی اختصاص بدهند و با توجه به نظرات در نهایت پرسشنامه اصلی که برگرفته از اجماع نظرات ۱۵ نفر بود تأیید شد و به منظور سنجش پایایی پاسخ‌های به دست آمده از پرسشنامه‌ها، ضریب کاپای کوهن[1] با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ مورد استفاده قرار گرفت که هر چه مقدار آن به عدد یک نزدیک‌تر




**شکل ۱- روند اجرای رتبه بندی معیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستانی**

باشد پرسشنامه از پایایی بالایی برخوردار است و در این تحقیق ضریب کاپای کوهن مقدار ۰/۸۴۴ بوده که نشان داد پرسشنامه‌ها از پایایی مناسبی برخوردار هستند.

به منظور وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای بهداشتی-محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستانی در نظر گرفته شده، تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)[2] مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس این تکنیک ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه است و نمونه آماری با استفاده از جدول کرجسی و مورگان[3] برآورد شده است. در مرحله بعدی، با توجه به مطالعه روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در پروژه‌های مختلف و با در نظرگرفتن انواع زیرمعیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی در تجزیه و تحلیل و ارزیابی زیرمعیارها از تکنیک تاپسیس[4] استفاده گردید که یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای حل مسئله تصمیم‌گیری گسسته است. در ادامه هر یک از روش‌های ANP و تاپسیس به ترتیب شرح داده شده است. شکل ۱ روند اجرای رتبه بندی معیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستانی، در این تحقیق را نشان می‌دهد.

1. Cohen's Kappa

2. Analytic Network Process
3. Krejecie & Morgan, 1970
4. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

جدول ۱- سیستم استاندارد نمره‌دهی در روش ANP

| ترجیحات | مقدار عددی |
|---|---|
| کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر یا کاملاً مطلوب تر | ۹ |
| ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی | ۷ |
| ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی | ۵ |
| کمی مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر | ۳ |
| ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان | ۱ |
| ترجیحات بین فواصل فوق | ۸، ۶، ۴، ۲ |

## وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از ANP

به منظور وزن دهی معیارها و زیرمعیارهای مورد مطالعه تکنیک ANP مورد استفاده قرار گرفت. براساس این تکنیک ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه است و طیف مورد استفاده در طراحی پرسشنامه از نوع طیف ۱ تا ۹ توماس ساعتی[1] است. حجم جامعه آماری مورد مطالعه این تحقیق (مسئولین بهداشت بیمارستانی، مدیران و ارزیابان بیمارستان‌ها، کارشناسان اعتباربخشی و بهبود کیفیت، فارغ‌التحصیلان مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی) ۲۵ نفر است. نمونه آماری با استفاده از جدول کرجسی و مورگان برآورد شده است. بر این اساس طبق این جدول حجم نمونه برابر ۲۴ نفر برآورده شد که با پیش‌بینی خطای برآورد و ریزش احتمالی، حجم نمونه آماری به تعداد ۲۵ نفر به عنوان نمونه اصلی تحقیق تعیین شد. سپس با استفاده از ANP معیارها و زیرمعیارها وزن‌دهی‌شدند. به این ترتیب وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارهای مؤلفه‌های بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی مشخص گردید. ANP روش جدیدی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM)[2] است و در مجموعه مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرد که توسط توماس ساعتی برای در نظر گرفتن تعاملات و ایجاد روابط متقابل بین عناصر تصمیم‌گیری توسعه یافته است [۱۹] و به طور گسترده به منظور اولویت‌بندی، ارزشیابی عملکرد و سایر زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۰]. همچنین این مدل شکل تعمیم یافته از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[3] است که شبکه را جایگزین سلسله مراتب کرده است که در آن بین اهداف، معیارها، زیر معیارها و یا گزینه‌ها ارتباط وجود دارد و تعامل متقابل بین معیارها و زیرمعیارهای (گزینه‌های) شبکه را شکل می‌دهد و می‌تواند وابستگی متقابل را با یافتن اهمیت نسبی معیارهای مختلف حل کند و نتایج واقعی‌تری نسبت به ساختار سلسله مراتبی نشان دهد. علت موفقیت این روش، همبستگی بسیار نتایج با دنیای واقعی است و این روش نه تنها برای اولویت‌بندی شاخص‌های تصمیم‌گیری استفاده می‌شود بلکه قادر است گزینه نهایی را نیز تعیین کند [۲۱]. نرم‌افزار Super Decision توسط ساعتی و همکاران برای پشتیبانی از روش ANP ارائه شده است. این بسته نرم‌افزاری قادر به ساخت مدل‌های تصمیم به همراه وابستگی‌ها و بازخوردها است [۲۰].

## مراحل تکنیک ANP

**ساختن نمودار شبکه‌ای پژوهش و بررسی معیارها:** در این مرحله باید ساختار سلسله مراتبی تشکیل شود. سپس مسئله MCDM را به سطوح هدف، معیار، زیرمعیار و در صورت وجود گزینه تقسیم کرد و روابط بین آنها را مشخص نمود.

**تشکیل ماتریس مقایسات زوجی:** پس از تدوین مدل شبکه‌ای، در این مرحله گروه تصمیم‌گیری برای ایجاد اهمیت نسبی معیارها مجموعه‌ای از مقایسه‌های زوجی را با استفاده از مقیاس ارجحیت ۱ تا ۹ آقای ساعتی (جدول ۱)، مقایسه معیارها را براساس وابستگی یا اثر متقابل خوشه‌ها و معیارها انجام می‌دهند [۲۲].

به طور کلی تعداد N مقایسه می‌تواند به صورت $n\,(n-1)/2$ محاسبه شود. تا اعضای شبکه مقایسه زوجی شوند. سپس بردار ویژه ماتریس مقایسه زوجی در سوپر ماتریس مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماتریس زیر، نمایی از ماتریس مقایسه زوجی را نشان می‌دهد.

1. Thomas L. Saaty
2. Multi Attribute Decision Making
3. Analytic Hierarchical Process

$$P = \begin{array}{c} \\ C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ 1/p_{12} & 1 & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/p_{1n} & 1/p_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

در این ماتریس $p_{ij}$ نشان دهنده اهمیت نسبی عنصر i در مقابل عنصرj است، به طوری که:

$i = 1,2, \dots, m;$
$j = 1,2, \dots, n.$

**محاسبه نرخ ناسازگاری (IR)**[1]: در این مرحله کنترل نرخ ناسازگاری قضاوت‌ها دارای اهمیت است. برای بررسی اعتبار مقایسه‌های انجام گرفته میان معیارها، باید شاخص ناسازگاری (II)[2] ماتریس به وسیله رابطه (۱) محاسبه شود:

$$II = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$ رابطه (۱)

که در آن II شاخص ناسازگاری، $\lambda_{max}$ بزرگترین بردار ویژه ماتریس مقایسه‌های زوجی و n تعداد معیارهای مسئله است. سپس با استفاده از رابطه (۲) می‌توان نرخ ناسازگاری را محاسبه کرد:

$$IR = \frac{II}{IRI}$$ رابطه (۲)

IRI[3] شاخص ناسازگاری تصادفی است که از ماتریس مقایسه‌های زوجی جدول ۲ که به طور تصادفی تولید شده، حاصل می‌شود. در صورتی که نرخ ناسازگاری، کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد ($IR \leq ۰/۱$)، در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد و می‌توان کار را ادامه داد. در غیر این صورت، تصمیم گیرنده باید در مقایسات زوجی تجدید نظر کند.

**جدول۲- شاخص ناسازگاری تصادفی [۱۹]**

| n | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IRI | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۵۸ | ۰/۹۰ | ۱/۱۲ | ۱/۲۴ | ۱/۳۲ | ۱/۴۱ | ۱/۴۵ | ۱/۴۹ | ۱/۵۱ | ۱/۴۸ | ۱/۵۶ | ۱/۵۷ | ۱/۵۹ |

**تشکیل و محاسبه‌های سوپرماتریس:** در مدل ANP محاسبات مربوط به سوپرماتریس در سه مرحله انجام می‌گیرد. ابتدا سوپرماتریس فاقد وزن ساخته می‌شود. سوپرماتریس فاقد وزن ماتریسی است که در آن هر زیر ماتریس مجموعه‌ای از روابط بین خوشه‌ها را تشکیل می‌دهد. ماتریس‌های به دست آمده برای تعیین اثر روابط بین معیاری استفاده می‌شوند. در مرحله بعد فرآیند نرمال‌سازی برای به دست آوردن سوپرماتریس موزون اجرا می‌شود. سپس بردارهای ویژه نرمال شده ماتریس‌های مقایسه زوجی محاسبه می‌گردد. سپس مقادیر ماتریس موزون، استاندارد می‌شوند. مقادیر صفر بردار ویژه نشان دهنده عدم وابستگی به یکدیگر است. بقیه مقادیر نشان دهنده تأثیر نسبی برای هر معیار است. نرمال‌سازی وزن‌های ماتریس رابطه مستقیم داده می‌شود تا مجموع هر ستون برابر با یک باشد. مقدار هر عنصر در ماتریس Y بین صفر و ۱ است $(0 \leq Y \leq 1)$ [رابطه (۳) و (۴)].

$$Y = kz$$ رابطه (۳)

$$k = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n}\left(\sum_{j=1}^{n} zij\right)} \quad (i, j = 1,2, \dots, n)$$

رابطه (۴)

**محاسبه سوپرماتریس حدی:** ماتریس حدی برای به دست آوردن مقدار نهایی انتخاب است. به منظور محاسبه ماتریس حدی، سوپرماتریس موزون را تا زمانی که مقادیر سطر و ستون سوپرماتریس همگرا شوند، باید به توان بی‌نهایت رساند. وزن نهایی ماتریس از رابطه (۵) به دست می‌آید.

$$W = log_{k \to \infty} W_w^k$$ رابطه (۵)

**انتخاب بهترین گزینه بر اساس مقادیر وزن‌ها:** انتخاب بهترین گزینه از سوپرماتریس تشکیل شده، به این صورت است که گزینه با بیشترین وزن، بالاترین اولویت را دارد [۱۹].

### تکنیک تاپسیس

در این مرحله به منظور رتبه‌بندی زیرمعیارهای مؤلفه‌های بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستانی پرسشنامه محقق ساخته تنظیم شد. در این تحقیق جهت استانداردسازی یا اعتبارسنجی پرسشنامه از نظر موارد پرسش مشورت با متخصصان، کارشناسان و مدیران بهداشت

1. Inconsistency Ratio
2. Inconsistency Index
3. Inconsistency Random Index

بیمارستانی و آشنا با طرح پژوهشی صورت گرفت و از آنها درخواست شد قضاوت خود را در مورد میزان اهمیت هر یک از زیرمعیارها (شاخص‌ها) نسبت به معیارها براساس مقیاس لیکرت (۱ تا ۵) اظهار دارند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از تکنیک تاپسیس استفاده گردید. این تکنیک توسط هوانگ و یون[1] در سال ۱۹۸۱، پیشنهاد شد. این مدل یکی از رویکردهای حل مسائل چند معیاره است و کاربرد زیادی دارد [۲۳]. آنها اظهار داشتند که تکنیک تاپسیس به رتبه‌بندی گزینه‌ها کمک می‌کند. که در این روش m گزینه توسط n شاخص، ارزیابی می‌شوند و راه حل ایده‌آل بهینه مثبت و منفی و حداکثر سطح از گزینه‌ها را محاسبه می‌کند. بهترین گزینه رتبه یک را دارد و بدترین گزینه رتبه صفر دارد. مفهوم اصلی این است که گزینه انتخاب شده باید کمترین فاصله هندسی را از راه حل ایده آل مثبت (PIS) [2] و بزرگترین فاصله هندسی را از راه حل ایده آل منفی (NIS) [3] داشته باشد [۲۴]. تکنیک تاپسیس از مفهوم عقلایی و جامع، دقت بالا، سهولت تحلیل و قابلیت کاربرد در بسیاری از موضوعات برخوردار است. به طوری که تعداد معیارها و گزینه‌ها در این روش محدودیتی ندارند و متناسب با مسئله خود می‌توان تعداد زیادی را اختیار نمود. همچنین از توانمندی به تصویر کشیدن پیگیری بهترین عملکرد عملیات یک شرکت برای هر معیار ارزیابی در یک شکل ساده ریاضی و گنجاندن اوزان هدف در فرآیند مقایسه‌ای با توجه به مفهوم آن برخوردار است [۲۵، ۲۶]. این مدل شش مرحله دارد که به شرح ذیل هستند:

**مرحله اول:** محاسبه ماتریس نرمال شده (NDM) [4]؛ به منظور نشان دادن عملکرد نسبی گزینه‌ها، NDM به صورت رابطه (۶) ساخته می‌شود:

$$\text{NDM= LIm=} \frac{C_{Im}}{\sqrt{\sum_{I=1}^{q} C_{Im}^2}} \qquad \text{رابطه (۶)}$$

**مرحله دوم:** تعیین ماتریس تصمیم موزون نرمال شده (WNDM)[5]؛ با ضرب هر عنصر از هر ستون NDM یک ماتریس تصمیم موزون به دست می‌آید [رابطه (۷)].

$$V = V_{Im} = W_m \times L_{Im} \qquad \text{رابطه (۷)}$$

**مرحله سوم:** شناسایی و تعیین راه حل ایده آل مثبت [PIS (I+)] و راه حل ایده آل منفی [NIS (I-)] در رابطه با ماتریس تصمیم موزون به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$NIS = I^- = \{V_1^-, V_2^-, \dots V_q^-\}$$
$$V = \{(mini\ (V_{Im}) if\ m \in J); (maxi\ V_{Im}\ if\ m \in J')\}$$

**مرحله چهارم:** به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل مثبت و منفی؛ فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده‌آل مثبت $(S_I^+)$ و فاصله هر گزینه تا ایده‌آل $(S_I^-)$ از روابط (۸) و (۹) به دست می‌آید.

$$S_I^+ = \sqrt{\sum_{m=I}^{p}(V_m^+ + V_{Im})^2}\ ;\ I = 1,2,\dots,q$$

رابطه (۸)

$$S_I^- = \sqrt{\sum_{m=I}^{p}(V_m^- - V_{Im})^2}\ ;\ I = 1,2,\dots,q$$

رابطه (۹)

(در اینجا I = شاخص گزینه و m=شاخص معیار است.)

**مرحله پنجم:** نزدیکی نسبی $(C_I)$ یک گزینه به راه حل ایده آل: نزدیکی نسبی یک گزینه به راه حل ایده آل از طریق رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$C_I = \frac{S_I^-}{(S_I^- + S_I^+)}\ , 0 \le C_I \le 1 \qquad \text{رابطه (۱۰)}$$

**مرحله ششم:** هر گزینه‌ای که $C_I$ بزرگتری داشته باشد، بهتر است. از اینرو بر اساس این شاخص، رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام می‌شود [۲۴].

1. Hwang and Yoon
2. Positive Ideal Solution
3. Negative Ideal Solution
4. Normalized Decision Matrix
5. Weighted Normalized Decision Matrix

جدول ۲- نتایج غربالگری معیارها و زیرمعیارهای مؤلفه بهداشتی- محیط زیستی

| معیار | زیر معیار |
|---|---|
| **تفکیک در مبدأ تولید پسماند (C1)** | |
| | میزان مشارکت پزشکان در تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی (S1C1) |
| | میزان مشارکت پرستاران در تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی (S2C1) |
| | میزان مشارکت کمک پرستاران در تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی (S3C1) |
| | میزان مشارکت پیراپزشکان در تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی (S4C1) |
| | میزان مشارکت کارکنان خدماتی در تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی(S5C1) |
| **جمع‌آوری و ذخیره موقت پسماند (C2)** | |
| | میزان استفاده از مخازن و کیسه‌های استاندارد با رنگ‌بندی مشخص (S1C2) |
| | میزان برچسب‌گذاری و کدگذاری ظروف تفکیک (S2C2) |
| | میزان شستشوی ظروف و خودروهای حمل پسماند به طور روزانه (S3C2) |
| | وجود جایگاه موقت پسماند در بیمارستان به تفکیک پسماند (S4C2) |
| | میزان رعایت استانداردهای دپوی موقت (فضا، امکانات، دما و سردخانه...) (S5C2) |
| | تعداد دفعات جمع آوری پسماند عادی و عفونی در روز (S6C2) |
| **بی‌خطرسازی پسماندهای بیمارستانی(C3)** | |
| | میزان بی‌خطرسازی پسماند به روش پلاسما (S1C3) |
| | میزان بی‌خطرسازی پسماند به روش اتوکلاو (S2C3) |
| | میزان بی‌خطرسازی پسماند به روش هیدروکلاو (S3C3) |
| | میزان بی‌خطرسازی پسماند به روش سوزاندن (S4C3) |
| **حمل و نقل و جابجایی پسماند (C4)** | |
| | حمل پسماند به صورت روزانه و در ساعت‌های ثابت (S1C4) |
| | مناسب بودن تجهیزات و ماشین‌آلات حمل پسماند (S2C4) |
| | حمل جداگانه پسماندهای شبه خانگی، عفونی (S3C4) |
| **دفع بهداشتی پسماند(C5)** | |
| | میزان واگذاری پسماندهای دارویی- شیمیایی به بخش خصوصی مجاز (S1C5) |
| | میزان واگذاری پسماندهای رادیواکتیو به شرکت‌های مورد تأیید انرژی اتمی (S2C5) |
| | میزان دفع پسماندهای عفونی در لندفیل‌های مجزا و استاندارد (S3C5) |

جدول ۳- نتایج غربالگری معیارها و زیرمعیارهای مؤلفه مدیریتی

| معیار | زیر معیار |
|---|---|
| **برنامه‌ریزی عملیاتی(C6)** | |
| | میزان تدوین روش‌های اجرایی مدیریت پسماند در بیمارستان (S1C6) |
| | میزان تدوین فعالیت‌های مدیریت پسماند در بیمارستان (S2C6) |
| **آموزش(C7)** | |
| | میزان مشارکت پزشکان در برنامه‌های آموزشی مدیریت پسماند (S1C7) |
| | میزان مشارکت پرستاران در برنامه‌های آموزشی مدیریت پسماند (S2C7) |
| | میزان مشارکت کمک پرستاران در برنامه‌های آموزشی مدیریت پسماند (S3C7) |
| | میزان مشارکت پیراپزشکان در برنامه‌های آموزشی مدیریت پسماند (S4C7) |
| | میزان مشارکت کارکنان خدماتی در برنامه‌های آموزشی مدیریت پسماند (S5C7) |
| | میزان مشارکت رانندگان خودروی حمل پسماند در برنامه‌های آموزشی مدیریت پسماند (S6C7) |
| **کاهش تولید پسماند(C8)** | |
| | میزان تأثیر اصلاح زنجیره خرید در کاهش تولید پسماند (S1C8) |
| | میزان کاهش تولید پسماند با بازیافت مقوا و کارتن (بازیافت اقلام خشک ارزشمند پسماندهای شبه خانگی) (S2C8) |
| | میزان کاهش تولید پسماند با محدود سازی تجهیزات و مواد یکبار مصرف (S3C8) |
| | میزان کاهش تولید پسماند با پرونده الکترونیک سلامت (S4C8) |
| | میزان کاهش تولید پسماند با واگذاری طبخ و توزیع غذا به بخش خصوصی (S5C8) |
| **اعتبار بخشی بیمارستانی (C9)** | |
| | میزان تأثیر استانداردهای اعتباربخشی در کاهش تولید پسماند عفونی (S1C9) |
| | میزان تأثیر استانداردهای اعتباربخشی در حفظ محیط زیست (S2C9) |
| | درصد رعایت ممنوعیت بازیافت پسماندهای پزشکی (S3C9) |
| | میزان تأثیر استانداردهای اعتباربخشی در حفظ بهداشت و کنترل عفونت (S4C9) |
| **آثار اجتماعی و فرهنگی(C10)** | |
| | میزان تأثیر سطح سواد بیماران در تولید پسماند بیمارستانی (S1C10) |
| | میزان تأثیر وضعیت مالی بیماران در تولید پسماند بیمارستانی (S2C10) |
| | میزان تأثیر آداب و سنن در تولید پسماند بیمارستانی (S3C10) |
| **پایش و ارزشیابی(C11)** | |
| | میزان تأثیر مشوق‌های قانونی در کاهش تولید پسماند (S1C11) |
| | میزان تأثیر تمدید پروانه مراکز درمانی منوط به تأییدیه دستگاه بی‌خطرساز (S2C11) |
| | میزان پایش صحت عملکرد دستگاه‌های بی‌خطرساز با نشانگرهای مربوطه (S3C11) |

### ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش تمامی ملاحظات اخلاقی مرتبط از جمله محرمانه بودن مشخصات فردی، رضایت آگاهانه و اختیار خروج از پژوهش رعایت شده است.

### تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی روایی پرسشنامه‌های محقق ساخته در تحقیق از روایی صوری و برای سنجش پایایی پرسشنامه‌ها، از ضریب آلفای کرونباخ با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳، استفاده شد. که ضریب آلفای به دست آمده برای پرسشنامه وزن‌دهی معیارها به روش ANP ۰/۸۵۹ و برای رتبه‌بندی زیرمعیارها به روش تاپسیس ۰/۹۱ بود که نشان می‌دهد پرسشنامه‌ها از پایایی بالایی برخوردار هستند. همچنین در این تحقیق برای ANP از نرم افزار سوپردسیژن[1] نسخه ۲.۲ و برای رتبه بندی زیر معیارها از نرم افزار تاپسیس[2] استفاده گردید.

## یافته‌ها

پس از بررسی و مقایسه نظریات متفاوت در زمینه معیارهای قابل استفاده که در متون و مقالات داخلی و خارجی چاپ شده‌اند و طبق قوانین و مقررات کشوری و بین‌المللی در این زمینه و ارائه پرسشنامه نظر سنجی به پانل گروه دلفی با استفاده از روش دلفی و براساس مقیاس لیکرت معیارها و زیرمعیارهای اصلی مؤلفه‌های بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی انتخاب شدند که نتایج نهایی این غربالگری در جدول ۲ و جدول ۳ نشان داده شده است.

در این تحقیق به منظور محاسبه وزن معیارهای مؤلفه

1. Super Decision

2. Topsis

جدول ۴- نتایج وزن معیارهای مؤلفه بهداشتی-محیط زیستی

| معیارهای بهداشتی-محیط زیستی پسماندهای بیمارستانی | تحلیل شبکه (ANP) | |
|---|---|---|
| | وزن نرمال شده | وزن اولیه ماتریس حدی |
| تفکیک پسماند در مبدأ تولید (C1) | ۰/۳۰۳ | ۰/۱۵۱ |
| جمع‌آوری و ذخیره موقت پسماند (C2) | ۰/۱۳۳ | ۰/۰۶۶ |
| بی خطر سازی پسماندهای بیمارستانی (C3) | ۰/۲۶۵ | ۰/۱۳۲ |
| حمل و نقل و جا به جایی پسماند (C4) | ۰/۱۱۱ | ۰/۰۵۵ |
| دفع بهداشتی پسماند (C5) | ۰/۱۸۵ | ۰/۰۹۲ |

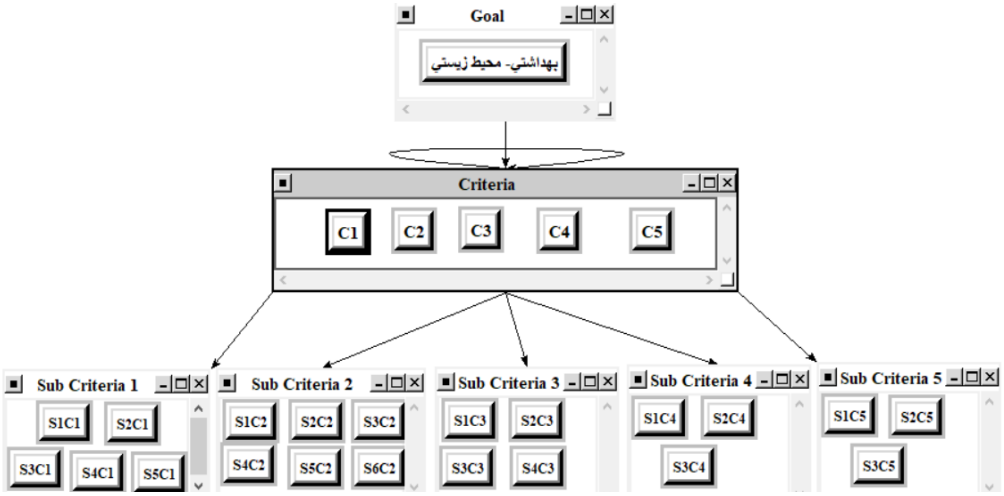
بهداشتی و محیط زیستی با استفاده از تکنیک ANP، ابتدا مدل ANP مؤلفه بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی تحقیق به صورت جداگانه در نرم افزار سوپردسیژن رسم شد که در شکل ۲ و شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس عملکرد این نرم‌افزار در داخل هر خوشه عناصر و معیارهای مربوطه جای گرفتند. عناصر هر خوشه ضمن آنکه در داخل خود به هم مربوط هستند، برخی از آنها با عناصر سایر خوشه‌ها نیز وابسته هستند. در شکل ۲ و شکل ۳ حلقه‌ای که در سطح معیارها است، روابط درونی بین معیارها را نشان می‌دهد.

در این مرحله ابتدا ماتریس‌های مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارهای مؤلفه بهداشتی- محیط زیستی را ایجاد شد و در اختیار ۲۵ نفر از متخصصان و خبرگان آشنا با طرح پژوهشی قرار گرفت. بعد از جمع‌آوری مقایسات زوجی، نرخ ناسازگاری هر یک از ماتریس‌ها محاسبه گردید که مقدار آنها کمتر از ۰/۱ بود و بر اساس شاخص‌های ساعتی متناسب با تعداد سطرهای ماتریس وزن‌ها این اطمینان حاصل شد که ماتریس‌ها سازگار هستند. سپس ماتریس‌های مقایسات زوجی با روش میانگین هندسی ادغام شدند و جهت وزن دهی وارد نرم افزار سوپردسیژن شدند. در نهایت پس از انجام مقایسات زوجی، نتایج نهایی حاصل از خروجی این نرم‌افزار مربوط به هر یک از معیارهای مؤلفه بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی به دست آمد که در جدول ۴ و جدول ۵ ارائه شده است. همانطور که این جداول نشان می‌دهند معیار تفیک پسماند در مبدأ تولید با وزن ۰/۳۰۳ بالاترین وزن و حمل و نقل و جا به جایی پسماند با وزن ۰/۱۱۱ کمترین وزن را در معیارهای بهداشتی- محیط زیستی به خود اختصاص داده است. همچنین در معیارهای مدیریتی، معیار آموزش با وزن ۰/۲۹۷ بالاترین و آثار اجتماعی و فرهنگی با وزن ۰/۰۶۲ کمترین وزن را دارا هستند.

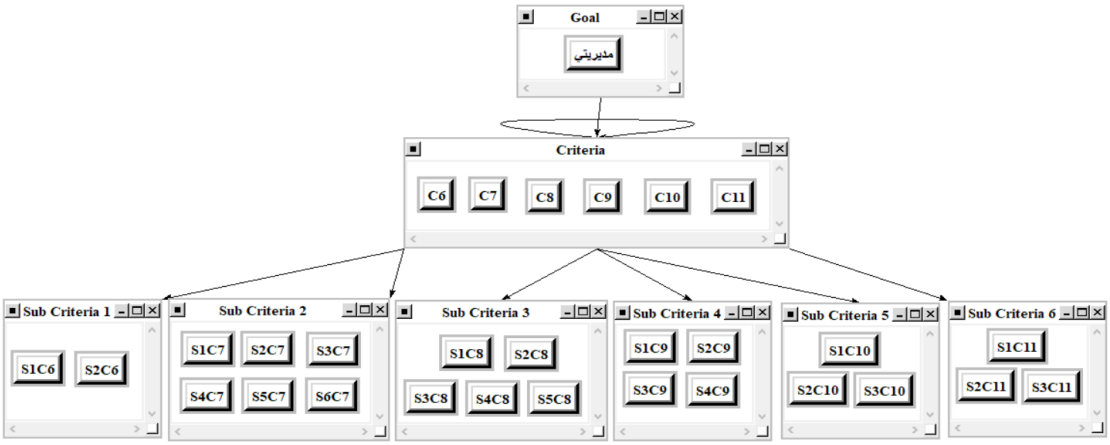
جدول ۵- نتایج وزن معیارهای مؤلفه مدیریتی

| معیارهای مؤلفه مدیریتی پسماندهای بیمارستانی | تحلیل شبکه (ANP) | |
|---|---|---|
| | وزن نرمال شده | وزن اولیه ماتریس حدی |
| برنامه ریزی عملیاتی (C6) | ۰/۱۹۶ | ۰/۰۹۸ |
| آموزش (C7) | ۰/۲۹۷ | ۰/۱۴۸ |
| کاهش تولید پسماند (C8) | ۰/۲۴۸ | ۰/۱۲۴ |
| اعتبار بخشی بیمارستانی (C9) | ۰/۰۹۴ | ۰/۰۴۷ |
| آثار اجتماعی و فرهنگی (C10) | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۳۱ |
| پایش و ارزشیابی (C11) | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۴۹ |

در مرحله بعد به منظور رتبه‌بندی زیرمعیارهای شناسایی شده مؤلفه بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی (تعیین ارجحیت زیرمعیارها نسبت به یکدیگر در مقایسه با معیارها) تکنیک تاپسیس و نرم‌افزار آن مورد استفاده قرار گرفت. به‌طوری که با تهیه پرسشنامه و تکمیل آن توسط خبرگان و کارشناسان آشنا با طرح، نمره‌دهی زیرمعیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی نسبت به معیارهای آنها انجام شد. نتایج حاصل از رتبه‌بندی زیرمعیارهای مؤلفه بهداشتی- محیط زیستی پسماندهای بیمارستانی با استفاده از نرم افزار TOPSIS نشان داد که زیرمعیار میزان مشارکت کمک پرستاران در تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی (S3C1) با وزن (۰/۷۰۵)، میزان مشارکت پرستاران در تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی (S2C1) با وزن (۰/۶۵۹) و میزان بی‌خطرسازی پسماند به روش هیدروکلاو (S3C3) با وزن (۰/۶۳۳) به ترتیب اولویت اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج رتبه بندی زیرمعیارهای مؤلفه بهداشتی و محیط زیستی پسماند های بیمارستانی در نمودار ۱ نشان داده شده است. همچنین رتبه‌بندی زیرمعیارهای مؤلفه مدیریتی پسماندهای بیمارستانی با استفاده از نرم افزار TOPSIS نشان داد که زیرمعیار میزان مشارکت پرستاران در برنامه‌های آموزشی (S2C7) با وزن (۰/۷۷۸) بالاترین اولویت و زیرمعیارهای میزان مشارکت کمک پرستاران در برنامه‌های آموزشی مدیریت پسماند (S3C7) با وزن (۰/۷۴۸) و میزان تأثیر اصلاح زنجیره خرید در کاهش تولید پسماند (S1C8) با وزن (۰/۷۱۸) به ترتیب رتبه دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج رتبه‌بندی زیرمعیارهای مؤلفه مدیریتی پسماندهای بیمارستانی




شکل ۲- ساختار شبکه‌ای معیارها و زیرمعیارهای مؤلفه بهداشتی- محیط زیستی




شکل ۳- ساختار شبکه‌ای معیارها و زیرمعیارهای مؤلفه مدیریتی پسماند بیمارستانی

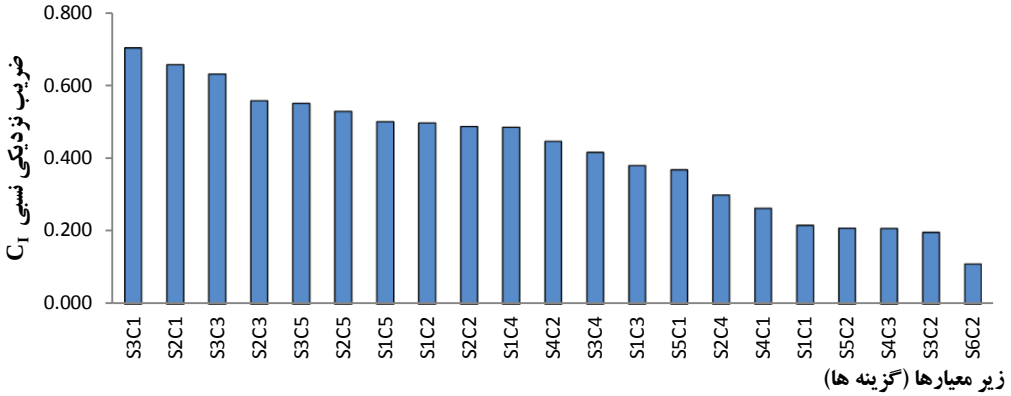
در نمودار ۲ نشان داده شده است.

## بحث و نتیجه‌گیری

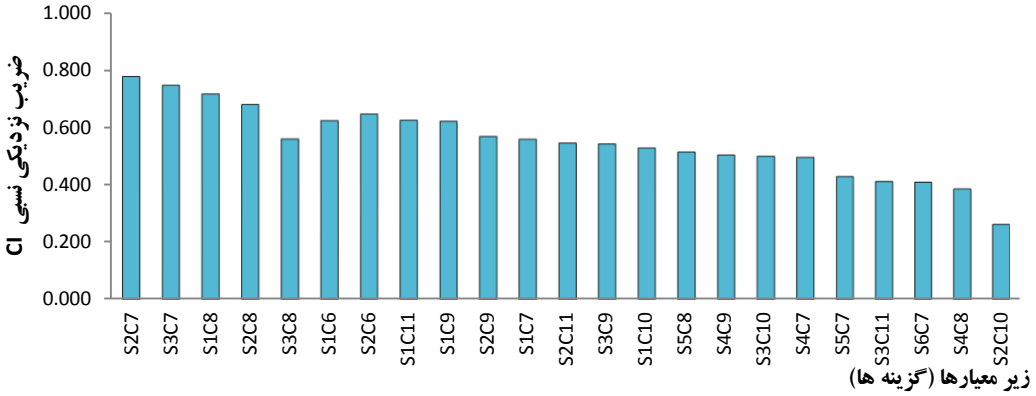
تمام بیمارستان‌ها معمولاً از دستورالعمل‌های وزارت بهداشت در خصوص جداسازی و تفکیک پسماند پیروی می‌کنند. سیستم تفکیک پسماند باید در سطل‌های پسماند با کد رنگی و با سطل‌های همسان انجام گردد. تفکیک در واقع جداسازی پسماندهای عفونی، غیرعفونی، اجسام تیز و برنده و دارویی و شیمیایی است که تفکیک در مبدأ تولید پسماندهای بیمارستانی توسط تولیدکنندگان پسماند انجام می‌گیرد [۳].

تفکیک پسماند بیمارستانی در مبدأ تولید پسماند، بسیار ضروری و با اهمیت است به این صورت که پسماندهای غیرعفونی در ظروف درب‌دار و کیسه‌های آبی رنگ، پسماندهای عفونی در ظروف درب‌دار و کیسه‌های زرد رنگ، پسماندهای شیمیایی در ظروف درب‌دار و کیسه‌های قهوه‌ای رنگ، همچنین پسماندهای نوک تیز و برنده در سیفتی باکس‌های زرد رنگ قرار می‌گیرند [۲۷].

در یک گزارش ممیزی در مورد مدیریت پسماندهای پزشکی که در سال ۲۰۰۸ انجام شد، مشخص گردید که کارکنان پشتیبانی که مدیریت پسماند بیمارستان را انجام می‌دهند، فاقد آگاهی و دانش در مورد مدیریت صحیح تفکیک پسماند هستند. همچنین، در اکثر موارد کارکنان خدماتی در حین حمل و جابجایی پسماند به منظور تفکیک از وسایل حفاظتی مانند دستکش، پیش‌بند، کفش و ماسک استفاده نمی‌کنند [۲۸]. لذا در این مطالعه به میزان مشارکت ارائه‌دهندگان خدمات بهداشتی- درمانی در زمینه تفکیک پسماندهای بیمارستانی از مبدأ تولید پسماند در بیمارستان‌های مذکور پرداخته شده است.




**نمودار ۱- رتبه بندی زیر معیارهای (گزینه‌های) مؤلفه بهداشتی و محیط زیستی پسماندهای بیمارستانی**




**نمودار ۲- رتبه بندی زیر معیارهای (گزینه‌های) مؤلفه مدیریتی پسماندهای بیمارستانی**

نتایج نشان داد که میزان مشارکت پرستاران و کمک پرستاران نسبت به سایر کارکنان از اولویت بالایی برخوردار است. بنابراین توصیه می‌شود که با توجه به اهمیت تفکیک پسماند بیمارستانی توسط کارکنان دوره‌های آموزشی به صورت منظم برگزار گردد و حضور کارکنان در این دورها الزامی باشد و طرح‌های تشویقی برای آنان در نظر گرفته شود. پس از پسماندهای رادیواکتیو، پسماندهای بهداشتی دومین پسماندهای خطرناک در سطح جهان محسوب می‌شوند که این پسماندها شامل اشکال مختلف پسماند، اعم از خطرناک و غیر خطرناک مانند اجسام تیز و برنده، اعضای بدن انسان، خون، پسماندهای شیمیایی و دارویی و تجهیزات پزشکی است [۱۳]. کلیه این پسماندها توسط بیمارستان‌ها، مراکز مراقبت‌های اولیه، آزمایشگاه‌ها، سردخانه‌ها، مراکز کالبد شکافی، بانک‌های خون، خانه‌های سالمندان و سایر مکان‌های پزشکی تولید می‌شوند. این پسماندها در طول تشخیص، درمان، مصون‌سازی انسان و حیوانات در برابر بیماری، تحقیقات و یا آزمایش بیولوژیکی تولید می‌شوند که اگر به درستی مدیریت نشوند، می‌توانند اثرات مخرب بر سلامت انسان داشته باشند [۲۹]. مدیریت پسماندهای بیمارستانی، باتوجه به ویژگی‌های عفونی و خطرناک بودن این پسماندها، یک مسئله ضروری از نظر ایمنی محیط زیست و عموم مردم است. هدف از بی‌خطرسازی، کاهش خطرات بالقوه ناشی از پسماندهای بیمارستانی، سپس تلاش برای حفاظت از محیط زیست است. سازمان بهداشت جهانی دفع پسماندهای بیمارستانی را قبل از انجام هرگونه فرآیند بی‌خطرسازی مجاز ندانسته است. بر این اساس بی‌خطرسازی پسماندهای عفونی می‌بایست جزء برنامه‌های اصلی در مدیریت پسماندهای بیمارستانی قلمداد شود. بیمارستان‌ها با توجه به شرایط اقلیمی، امکانات و تجهیزات در انتخاب فرآیند بی‌خطرسازی دارای اختیار هستند [۳۰]. بنابراین با توجه به نقش بی‌خطرسازی به منظور از بین بردن قدرت

بیماری‌زایی پسماند، این فرآیند به‌عنوان یکی از مراحل اصلی مدیریت پسماند است که به روش‌های گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد. از اینرو در این تحقیق زیرمعیارهای بی‌خطرسازی پسماند از جمله زیرمعیارهای پلاسما (سوزاندن پسماند در دمای بسیار بالا)، اتوکلاو (بی‌خطرسازی به کمک حرارت)، هیدروکلاو (بی‌خطرسازی به کمک بخارآب و دما) و سوزاندن (سوزاندن پسماند درون محفظه) مورد بررسی قرار گرفته‌اند که هیدروکلاو بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. هیدروکلاو یک روش ساده و مقرون به صرفه است که بی‌خطرسازی را در دمای پایین‌تری انجام می‌دهد و انرژی کمتری مصرف می‌کند، تمامی مایعات توسط همزن به بخار تبدیل می‌شوند، پسماندها بدون نیاز به سرد شدن درون کیسه پسماند ریخته شده و کاملاً خشک می‌شوند و وزن و حجم آنها کاهش پیدا می‌کند. همچنین میزان بخار مصرفی کاهش داده می‌شود و به علت وجود همزن، بخار به داخل پسماندها نفوذ می‌کند و نیازی به ایجاد خلا نیست [۳۱].

با توجه به اینکه بررسی عملکرد مدیریت پسماندهای بیمارستان‌ها امری مهم و ضروری است، در این مطالعه از دیدگاه جدیدتری به مؤلفه‌های بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی پسماندهای بیمارستان پرداخته شده است. در تحقیق حاضرمعیارهای مؤلفه‌های بهداشتی و محیط زیستی از جمله سیستم جمع‌آوری و حمل و نقل پسماند به عنوان یکی از مهمترین معیارها تعیین و مورد بررسی قرار گرفته است که با یافته‌های بابایی‌تیرکلایی و همکارانش [۱۰]، همسو است. آنها نشان دادند که مدل حمل و نقل و جمع‌آوری به عنوان یک معیار مهم جهت مدیریت پسماندهای پزشکی مورد استفاده قرار گیرد. نیشیتا و همکارانش [۱۲]، دانش، نگرش و عملکرد کارکنان پرستاری بیمارستان آموزشی مراقبت‌های عالی خصوصی و دولتی واقع در چنای (پایتخت تامیل نادو در جنوب هند) در زمینه مدیریت پسماندهای زیست پزشکی را بررسی کردند. طبق نتایج آنان، ۷۱٪ کارکنان آموزش مدیریت پسماند دیده‌اند و ۹۱٪ کارکنان تمایل به شرکت در برنامه‌های مدیریت پسماند داشتند. از نظر سطح آموزش و نگرش و عملکرد کارکنان در زمینه مشارکت در مدیریت پسماند نتایج تحقیق حاضر با پژوهش نیشیتا و همکارانش هم راستا بود؛ به‌طوری که در این تحقیق از میان زیرمعیارهای پسماندهای بهداشتی و محیط زیستی، زیر معیار مشارکت پرستاران در تفکیک پسماندهای عفونی و غیر عفونی بالاترین اولویت را در مدیریت پسماندهای بهداشتی و محیط زیستی داشت. در این تحقیق، معیارهای مدیریت پسماندهای بهداشتی و محیط زیستی، معیارهای تفکیک پسماند در مبدأ تولید و جمع‌آوری و ذخیره موقت پسماند به عنوان معیارهای اصلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این نتیجه با پژوهش تحقیقات کومارداس و همکاران [۱۳]، همسو بود. آنها نشان دادند که ضد عفونی کردن پسماند و به دنبال آن تفکیک مناسب و درمان در محل تولید پسماند و درمان سیار و استراتژی‌های ذخیره‌سازی موقت ممکن است به مدیریت پایدار پسماندهای بهداشتی بدون گسترش بیشتر ویروس کمک کند. لی و همکارانش [۱۱]، کنترل ریسک حمل و نقل تا محل دفع پسماند در سیستم بهداشت و درمان با شبکه جمع‌آوری پسماند دو گانه را مورد بررسی قرار داده‌اند که از نظر معیار حمل و نقل و جابجایی و دفع پسماند با تحقیق حاضر همسو است. در این تحقیق این معیارها نیز جهت مدیریت پسماند و کاهش خطرات بر انسان و محیط زیست مورد بررسی و اولویت‌بندی قرار گرفته‌اند. اسلامی و همکارانش [۱۴]، نحوه مدیریت صحیح پسماند بیمارستانی در مراحل مختلف تفکیک، جمع‌آوری، ذخیره موقت و بی‌خطرسازی را در بیمارستان‌های رفسنجان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که مراکز بیمارستانی شهر رفسنجان، کمیت و کیفیت پسماندهای بیمارستانی تولیدی و وضعیت مدیریت این پسماندها از نقطه تولید تا دفع از مطلوبیت نسبی برخوردار بوده است. نتایج این تحقیق با تحقیق نگارندگان هم راستا است؛ به‌طوری که زیر معیارهای، معیار تفکیک در مبدأ تولید پسماند و بی‌خطرسازی پسماندهای بیمارستانی به ترتیب اولویت اول و سوم را به خود اختصاص دادند. محمد پور و همکاران [۱۵]، تأثیر همه‌گیری

کووید-۱۹ بر مدیریت پسماند مراقبت‌های بهداشتی مورد مطالعه قرار داده‌اند که مدیریت ضعیف پسماندهای پزشکی در طی همه‌گیری کرونا را نشان می‌دهد. در تحقیق حاضر نیز بررسی معیارهای بهداشتی- محیط زیستی و مدیریتی به منظور بررسی مدیریت پسماند انجام شده است. یزدانی و همکاران [۱۶]، روش‌های مدیریت پسماند بیمارستانی جهت کاهش آلودگی زیست محیطی در شهر یزد را با روش AHP-TOPSIS شناسایی و اولویت‌بندی کردند. در تحقیق حاضر نیز با تلفیق تکنیک ANP-TOPSIS زیر معیارهای بهداشتی و محیط زیستی پسماندهای بیمارستانی مورد ارزیابی قرار داده شد. که نتایج نشان داد زیر معیارهای میزان مشارکت کمک پرستاران و پرستاران در معیار تفکیک پسماند در مبدأ بالاترین امتیازات را در مدیریت پسماند بیمارستانی به خود اختصاص داده‌اند. به دلیل اهمیت و ضرورت تفکیک پسماند در مبدأ تولید به ویژه تفکیک پسماندهای عفونی و غیرعفونی توصیه می‌شود برنامه آموزش اولیه و ظرفیت سازی برای کارکنان بیمارستان‌های مورد مطالعه به منظور تفکیک مناسب تا دفع نهایی به طور منظم توسط مقامات بیمارستان ترتیب داده شود. همچنین توسعه تیم‌های بازرسی برای نظارت منظم و مستمر بر عملکرد کارکنان جهت تفکیک پسماند در مبدأ و اجرای مؤثر شیوه‌های مدیریت پسماند در بیمارستان‌ها ایجاد گردد و از تفکیک پسماندها تا محل دفن پسماند اطمینان حاصل شود. همچنین میزان بی‌خطرسازی پسماند به روش هیدروکلاو در معیار بی‌خطرسازی پسماند بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. از آنجایی که بی‌خطرسازی تبدیل بخش خطرناک پسماند پزشکی به پسماند غیرخطرناک است. لذا تجهیز تمامی بیمارستان‌ها به دستگاه‌های بی‌خطرساز با توجه به الزامات قانونی و اهمیت آنها در تأمین محیط زیست سالم و ارتقای سلامت جامعه، اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین انتخاب نوع روش در فرایند بی‌خطرسازی پسماند بسیار ضروری است که بی‌خطرسازی پسماند به روش هیدروکلاو با توجه به مزایای آن به عنوان گزینه برتر انتخاب گردید.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش در راستای رساله دکتری «ارائه الگوی مفهومی مدیریت بهداشتی و محیط زیستی پسماندهای بیمارستانی در ایران» است که در کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال با کد اخلاق IR.IAU.TNB.REC.1402.013 در خرداد ماه سال ۱۴۰۲ به تصویب رسیده است. بدین وسیله از همکاران اجرایی و مسئولین بیمارستان‌ها و مدیران پسماند بیمارستانی تشکر می‌گردد.

## تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

## سهم نویسندگان

همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

## منابع مالی

در این مطالعه از هیچ سازمانی حمایت مالی دریافت نشده است.

## References

1. Mousavi SA, Atashkar S, Almasi A, Shokoohizadeh MJ, Amini M, Sobhani Z. A Survey on Knowledge, Attitude and Practice of Personnel Regarding Hospital Waste Management in Imam Hossein Educational Hospital of Kermanshah. Journal of Health. 2020;11(2):213-222. [Persian] doi:10.29252/j.health.11.2.213

2. Agbere S, Melila M, Dorkenoo A, Kpemissi M, Ouro-Sama K, Tanouayi G, et al. State of the art of the management of medical and biological laboratory solid wastes in Togo. Heliyon. 2021;7(2):e06197. doi:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06197

3. Kwikiriza S, Stewart AG, Mutahunga B, Dobson AE, Wilkinson E. A Whole Systems Approach to Hospital Waste Management in Rural Uganda. Frontiers in Public Health. 2019;7. doi:10.3389/fpubh.2019.00136
4. Alrawi A, Amin S, Al-Ani R. Medical waste management during COVID-19 pandemic, a review study. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;779:012130. doi:10.1088/1755-1315/779/1/012130
5. Hoseini M, Aslan Pour S, Safari GH. Health Care Waste Management in Hospitals of Tabriz, Iran: A Comparison between General and Specialized Hospitals. Journal of Health Sciences & Surveillance System. 2021;9(2):97-104. doi:10.30476/jhsss.2020.88307.1142
6. Behnam B, Oishi SN, Uddin SMN, Rafa N, Nasiruddin SM, Mollah AM, et al. Inadequacies in Hospital Waste and Sewerage Management in Chattogram, Bangladesh: Exploring Environmental and Occupational Health Hazards. Sustainability. 2020;12(21):9077. doi:10.3390/su12219077
7. Khalid S, Haq N, Sabiha Z-u-A, Latif A, Khan MA, Iqbal J, et al. Current practices of waste management in teaching hospitals and presence of incinerators in densely populated areas. BMC Public Health. 2021;21(1):1340. doi:10.1186/s12889-021-11389-1
8. Yoon C-W, Kim M-J, Park Y-S, Jeon T-W, Lee M-Y. A Review of Medical Waste Management Systems in the Republic of Korea for Hospital and Medical Waste Generated from the COVID-19 Pandemic. Sustainability. 2022;14(6):3678. doi:10.3390/su14063678
9. Esmaeilizadeh A, Eftekhari, Akbari R. Hospital Waste Management. Paramedical Sciences and Military Health. 2021;15(4):50-63. [Persian]
10. Babaee Tirkolaee E, Aydın NS. A sustainable medical waste collection and transportation model for pandemics. Waste Management & Research. 2021;39(1_suppl):34-44. doi:10.1177/0734242X211000437
11. Li H, Hu Y, Lyu J, Quan H, Xu X, Li C. Transportation Risk Control of Waste Disposal in the Healthcare System with Two-Echelon Waste Collection Network. Mathematical Problems in Engineering. 2021;2021:5580083. doi:10.1155/2021/5580083
12. K N, Mendez A, B N, Jain T. Knowledge, Attitude and Practice of Biomedical Waste Management in Nursing Staff of a Private and a Government Tertiary Care Teaching Hospital:A Comparative Study. Indian Journal of Public Health Research & Development. 2020;11:267. doi:10.37506/v11/i1/2020/ijphrd/193827
13. Das AK, Islam MN, Billah MM, Sarker A. COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy - A mini-review. The Science of the total environment. 2021;778:146220. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.146220
14. Eslami H, Heydar Z, Mohammadtaghizadeh F. Surveying the quantity, quality, and management of hospital wastes in rafsanjan in 2020: A Descriptive Study. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2022;20:1297-1308 [Persian] doi:10.52547/jrums.20.12.1297
15. Mohammadpour A, Karimmi S, Sadeghi H, Shahsoni I, Samai MR, Aliyari M. The impact of the covid-19 pandemic on healthcare waste management. The 6th International Conference on Health, Treatment and Health Promotion. 2021; Available from: https://civilica.com/doc/1261064. [Persian]
16. Yazdani S, Brazandeh A, Ebrahimi Z, Yazdani Z. Identifying and prioritizing hospital waste management methods to reduce environmental pollution in Yazd City using AHP-TOPSIS method. The 8th International Conference on Environmental Engineering and Natural Resource. 2022; Available from: https://civilica.com/doc/1539380. [Persian]
17. Farzi DA, Ghaffarzadeh H, Javid A, Hosseinzadeh LF. Modeling of Criteria Affecting in Locating Dry Waste Recycling Booth in Tehran Using a Mixture of Fuzzy Delphi and FAHP Methods. Journal of human geography. 2021;13(3):321-342. [Persian]
18. Khazami MS, Dashti S. Environmental Risk Assessment and Management of Ahvaz Desalination Plant Activities (No. 1) Using TOPSIS. Emergency Management. 2019;7(2):93-103. [Persian]
19. Magableh GM, Mistarihi MZ. Applications of MCDM approach (ANP-TOPSIS) to evaluate supply chain solutions in the context of COVID-19. Heliyon. 2022;8(3):e09062. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e09062
20. Zarei L, Moradi N, Peiravian F, Mehralian G. An application of analytic network process model in supporting decision making to address pharmaceutical shortage. BMC Health Services Research. 2020;20(1):626. doi:10.1186/s12913-020-05477-y
21. Xu J, Li L, Ren M. A Hybrid ANP Method for Evaluation of Government Data Sustainability. Sustainability. 2022;14(2):884. doi:10.3390/su14020884
22. Johari Z, Cheraghi M, Sobhan Ardakani S. Environmental Risk Assessment of Ilam Petrochemical Company Using Analytical Network Analysis and the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution Methods in 2016. Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2019;26(5):79-88. [Persian] doi:10.29252/sjimu.26.5.79
23. Wątróbski J, Jankowski J, Ziemba P, Karczmarczyk A, Zioło M. Generalised framework for multi-criteria method selection: Rule set database and exemplary decision support system implementation blueprints. Data in Brief. 2019;22:639-642. doi:https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.12.015
24. Zulqarnain R, Saeed M, Ahmad N, Dayan F, Ahmad B. Application of TOPSIS method for decision making. IJSRMSS International Journal of Scientific Research in Mathematical and Statistical Sciences. 2020;7(2):76-81.
25. Çelikbilek Y, Tüysüz F. An in-depth review of theory of the TOPSIS method: An experimental analysis. Journal of Management Analytics. 2020;7(2):281-300. doi:10.1080/23270012.2020.1748528
26. Koochekian H, Hejazi SY, Rezaei A, Pishbin SAR. Determination of Components of the Integration of the Content of the Interdisciplinary Curriculum of Sustainable Development of the Environment for Higher Education in Agriculture Using the of TOPSIS and Fuzzy ANP. Environmental Education and Sustainable Development. 2020;8(3):21-36. [Persian]
27. NAZARI Z, kamyabi s, shabani m. The Effect of Hospital Waste Management on Environmental Pollution Reduction in Ahvaz. Geography and Human Relationships. 2020;3(2):271-297. [Persian]
28. Letho Z, Yangdon T, Lhamo C, Limbu CB, Yoezer S, Jamtsho T, et al. Awareness and practice of medical waste management among healthcare providers in National Referral Hospital. PLoS One. 2021;16(1):e0243817. doi:10.1371/journal.pone.0243817

29. Cremonesi P, Sartini M, Spagnolo AM, Adriano G, Zsirai E, Patrone C, et al. Transformation of a Ferry Ship into a Ship Hospital for COVID-19 Patients. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(23). doi:10.3390/ijerph17238976
30. Ramteke S, Sahu BL. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: Considerations for the biomedical waste sector in India. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. 2020;2:100029. doi:10.1016/j.cscee.2020.100029
31. Karishma D, Geetha RV, Leslie Rani S. Hydroclave - A newer method of sterilisation - Review. International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020;11((SPL 4)):485-489. doi:10.26452/ijrps.v11iSPL4.3887.