# ارائه مدلی جهت رتبه بندی انواع زباله ها در زنجیره تامین پسماندهای پزشکی

الهه میگلی نژاد [a]، حمید شاه بندرزاده [b]

[a] دانش آموخته، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

[b] دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

نویسنده مسئول: حمید شاه بندرزاده ، shahbandarzadeh@pgu.ac.ir

**چکیده:** پسماندهای درمانی شامل پسماندهای عفونی، پسماندهای پاتولوژیک، اجسام تیز و برنده، پسماندهای دارویی، پسماندهای سرطان‌زا، پسماندهای شیمیایی، پسماندهای رادیو اکتیو، کپسول‌های حاوی گازهای پرفشار و پسماندهای حاوی فلزات سنگین هستند. پسماندهای خطرناک و از بین بردن آنها، یکی از معضلات نگران‌کننده و مهمی است که توجه ویژه برنامه‌ریزان و مدیران شهری را می‌طلبد. کارشناسان محیط زیست و شهری معتقدند مدیریت پسماندها با توجه به مشکلات خاص خود بیانگر وضعیت فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی یک کشور است و نیاز به طراحی دقیق و آینده‌نگر دارد. هدف این پژوهش تبیین مدلی جهت رتبه بندی انواع زباله ها در زنجیره تامین پسماندهای پزشکی می‌باشد. ابعاد اصلی مدل پژوهش از بررسی ادبیات نظری در حوزه بهداشت و درمان گرفته شده‌است. ابزار جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه محقق ساخته می‌باشد. جامعه آماری پژوهش ۱۵۰ نفر از مدیران، کارکنان، پرستاران و پزشکان بیمارستان های شهرستان بوشهر می‌باشد. همچنین به منظور دستیابی به هدف پژوهش از فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه در محیط فازی، برای بدست آوردن وزن و اولویت هریک از انواع زباله های مطرح شده در مدل پژوهش استفاده گردید. انواع پسماندهای درمانی عبارتند از: پسماندهای شیمیایی، پسماندهای عفونی، پسماندهای نوک تیز و برنده و پسماندهای عادی. نتایج حاصل از اولویت‌بندی بر اساس روش فوق نشان می‌دهد که پسماندهای شیمیایی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است

**کلمات کلیدی:** پسماند؛ پسماندهای شیمیایی؛ پسماندهای عفونی؛ پسمانده های نوک تیز و برنده، روش فازی.

### ۱. مقدمه

انسان و بسیاری از موجودات به شیوه‌های مختلف پسماند تولید می‌کنند که تولید آن به طور چشمگیری رو به افزایش است. این افزایش و تولید موجب بحران-هایی در زمینه محیط زیست گردیده که حیات موجودات کره زمین را با مشکلات جدی روبرو ساخته است. تولید آلاینده‌های مختلف پسماند که هر روز بر تعداد و تنوع آنها افزوده می¬شود، سبب شده که ضمن خسارت به منابع اصلی (آب، خاک، هوا) با مقادیر زیاد مواد زاید به اشکال جامد، نیمه جامد، مایع و گاز مواجه شده‌ایم و این بدان معناست که بشر به دست خود عرصه زندگی را برخود و سایر موجودات تنگ نموده است .

زباله های زیست پزشکی (BMW) یک آلاینده قابل توجه است که در بخش مراقبت های بهداشتی در نتیجه عملیات هایی مانند تشخیص پزشکی، درمان و واکسیناسیون انسان و حیوانات و همچنین تحقیق و توسعه بیولوژیکی ایجاد می شود. مطالعات متعددی در مورد این موضوع منتشر شده است. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت (WHO, 2018)، ترکیب پسماندهای زیست پزشکی به شرح زیر است: زباله های غیرخطرناک (۸۵٪) و زباله های خطرناک (۱۵٪)، که زباله های عفونی ۱۰ درصد و مواد رادیواکتیو یا شیمیایی هستند. تخمین زده می شود که هر ساله بیش از ۵،۲ میلیون نفر از جمله ۴ میلیون کودک در اثر بیماری های ناشی از زباله های پزشکی در سراسر جهان جان خود را از دست می دهند. مشخص شده است که سندرم شدید تنفسی حاد، که معمولا به عنوان بیماری کروناویروس (COVID-19) شناخته می شود، مسئول افزایش ناگهانی تولید زباله های مراقبت های بهداشتی است. سلامت عمومی و محیط زیست در نتیجه افزایش BMW در معرض خطرات جدی قرار گرفته است.

**۲. ادبیات نظری**

لجستیک معکوس فرایند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل کارآمد و مقرون به صرفه جریان مواد خام، موجودی فرایند، کالاهای آماده شده و اطلاعات مربوطه از نقطه مصرف به نقطه مبدأ، به منظور بازگرداندن ارزش یا دفع مناسب است .(Peng, Wu, & Wei, 2020) از دهه ۱۹۸۰ مطالعات زیادی بر روی این موضوع انجام شده است. مطالعات اولیه بر تعریف، هدف و اهمیت لجستیک معکوس متمرکز بود. با این حال، امروزه محققان عمدتا مطالعات خود را در زمینه طراحی شبکه لجستیک معکوس ادامه می‌دهند. بنابراین، بسیاری از تکنیک¬های کمی از طراحی شبکه‌های لجستیکی معکوس به گروه¬های مختلف پسماند مانند وسایل الکتریکی و الکترونیکی، شیشه، کاغذ و غیره اعمال شده است (Ilyas, Srivastava, & Kim, 2020) .

مدیریت پسماند پزشکی یکی از پیچیده ترین و سخت¬ترین قسمتی است که افراد را به چالش می کشاند و در ارتباط با جمعیتی است که بیمار شده¬اند و نیاز به مراقبت پزشکی دارند. اگرچه پسماندهای پزشکی، سهم نسبتا کمی از کل پسماندهای تولید شده در یک جامعه را نشان می¬دهد، ولی مدیریت پسماندهای پزشکی یک موضوع مهم و بحرانی در سرتاسر جهان در نظر گرفته می¬شود .(Zamparas, Kapsalis, & Kalavrouziotis, 2019) به طوری که به عنوان عامل خطرات بالقوه بهداشتی و آسیب به محیط زیست مطرح می¬شود. در مدیریت پسماند، پسماندهای بهداشتی – درمانی به دلیل ماهیت خطرناک آن، از اولویت و تقدم بیشتری برخوردار است. مدیریت پسماندهای بهداشتی - درمانی به دلیل عامل عفونت و سمیت، یک امر ضروری زیست محیطی و موضوع ایمنی و بهداشتی محسوب می شود. (Fletcher, Clair, & Sharmina, 2021)

سازمان بهداشت جهانی اعلام کرده است که از مقدار کل پسماندهای تولید شده ناشی از فعالیت¬های بهداشتی- درمانی، حدود ۸۵ درصد، جز پسماندهای عادی یا غیرخطرناک و ۱۵ درصد باقیمانده جز پسماندهای خطرناک در نظر گرفته می¬شود که ممکن است عفونی، سمی یا رادیواکتیو باشند. پسماندهای بهداشتی- درمانی به طور بالقوه حاوی میکروارگانیسم¬هایی هستند که می¬توانند به بیماران بستری در بیمارستان¬ها، کارگران بهداشتی (پرسنل خدمات) سرایت کرده و سلامت عموم مردم را هم به خطر بیاندازند .(Wei, Cui, & Guo, 2020) خطرات زیست محیطی و بهداشتی دیگری که با پسماندها و عوارض ناشی از آنها در ارتباط است، شامل گسترش میکروارگانیسم¬های مقاوم به دارو از طریق تجهیزات و وسایل پزشکی، سوختگی ناشی از تشعشع، آسیب¬های ناشی از اشیاء نوک تیز و برنده مصرف شده، سمیت و آلودگی ناشی از رهاشدن فرآورده¬های دارویی به ویژه داروهای آنتی بیوتیک و سایکوتوکسیک، سمیت و آلودگی از طریق فاضلاب ها و اجزاء و ترکیبات س می از قبیل جیوه و دیوکسین که از طریق زباله سوزها انتشار می¬یابد (Agrawal, Kaur, & Kolekar, 2020) .

یکی از مهمترین آلاینده¬های محیط زیست، پسماندهای بیمارستانی هستند. جهت مدیریت آن باید جداسازی مواد زاید در محل تولید و به وسیله تولید کننده انجام شود. پسماندهای پزشکی طیف گسترده¬ای از مواد را در بر می¬گیرد و در حقیقت همه¬ی زباله¬های تولید شده در طی فرایند معاینه بیماران ، واکسیناسیون و زباله¬هایی که در مراکز درمانی مانند بیمارستان¬ها، کلینیک¬ها، مراکز تحقیقات پزشکی و آزمایشگاه¬ها تولید می¬گردند به عنوان زباله پزشکی محسوب می¬شوند که با وجود حجم کم مخاطرات گسترده بهداشتی و زیست محیطی را ایجاد می¬کنند.(Sangkham, 2020)

عدم توجه به مدیریت و کنترل پسماندهای بیمارستانی در مراحل مختلف تولید، ذخیره سازی، جمع¬آوری، حمل و نقل و دفع نهایی در حال حاضر مشکلات عدیده¬ای را ایجاد نموده است. به طوریکه پیامد آن، محیط زیست و سلامتی انسان را در معرض خطر جدی قرار داده است (Dharmaraj, Ashokkumar, & Ngamcharussrivichai, 2021),. به منظور کاهش الودگی در این بیمارستان¬ها مدیریت بایستی فعالیت-هایی را در مورد پسماندهای پزشکی در محل تولید و متمرکز در محدوده بیمارستان¬ها انجام دهد.کارکنان شاغل در امر جمع¬آوری و حمل و نقل پسماندها بایستی کلیه اقدامات حفاظت شخصی را رعایت نمایند. البته مدیریت پسماندهای پزشکی بدون همکاری و تشریک و مساعی گروه¬های مختلف حرفه پزشکی نمی¬تواند در این امر موفقیت کسب نماید (Korkut, 2018) .

از مهمترین آلاینده¬های محیط زیست پسماندهای بیمارستانی¬اند. پسماندهای بیمارستانی به علت دارا بودن عوامل خطرناک، سمی و بیماری زا از جمله زایدات پاتولوژیک، رادیو اکتیو، دارویی و شیمیایی، عفونی و ظروف و وسایل درمانی، از حساسیت خاصی برخوردارند. بزرگترین تولیدکننده مواد زاید پزشکی پر خطر بیمارستان-ها هستند که قوانین موجود پسماندها را نیز رعایت نمی¬کند . (Rizan, Bhutta, & Lillywhite, 2020) هر گونه سیاست¬گذاری و اتخاذ

تصمیم در رابطه با پسماندهای بیمارستانی مستلزم شناخت وضع موجود از نظر کمیت، کیفیت، روش¬های ذخیره¬سازی، جمع¬آوری و دفع پسماندهای بیمارستانی است تا ازین طریق بتوان به تحلیل شرایط و ارایه پیشنهادهای لازم برای حل مشکل پرداخت.(Su, Ong, & Chong, 2021)

چنانچه مدیریت پسماندهای بیمارستانی به درستی صورت نگیرد، علاوه بر تاثیرات سو بهداشتی بر فعالیت-های اصلی بیمارستان¬ها، برای محیط زیست اثرات سو در بر خواهد داشت. پسماند پزشکی بخش کوچکی از کل زباله تولیدی در جامعه را تشکیل می¬دهد. با این حال مدیریت ان به عنوان یک مساله مهم در سلامت عمومی در نظر گرفته می¬شود. مدیریت زباله¬های بیمارستانی عبارت است از مجموعه مقررات منسجم و نظام یافته در زمینه مراحل تولید، نگهداری، جمع¬آوری ، حمل و نقل، بازیافت و دفع مواد زاید جامد مطابق با بهترین اصول بهداشت همگانی، اقتصاد ، حفاظت از منابع ، زیبا شناختی و سایر نیازهای زیست محیطی که برای عموم مردم مورد توجه است (Aung, Luan, & Xu, 2019) .

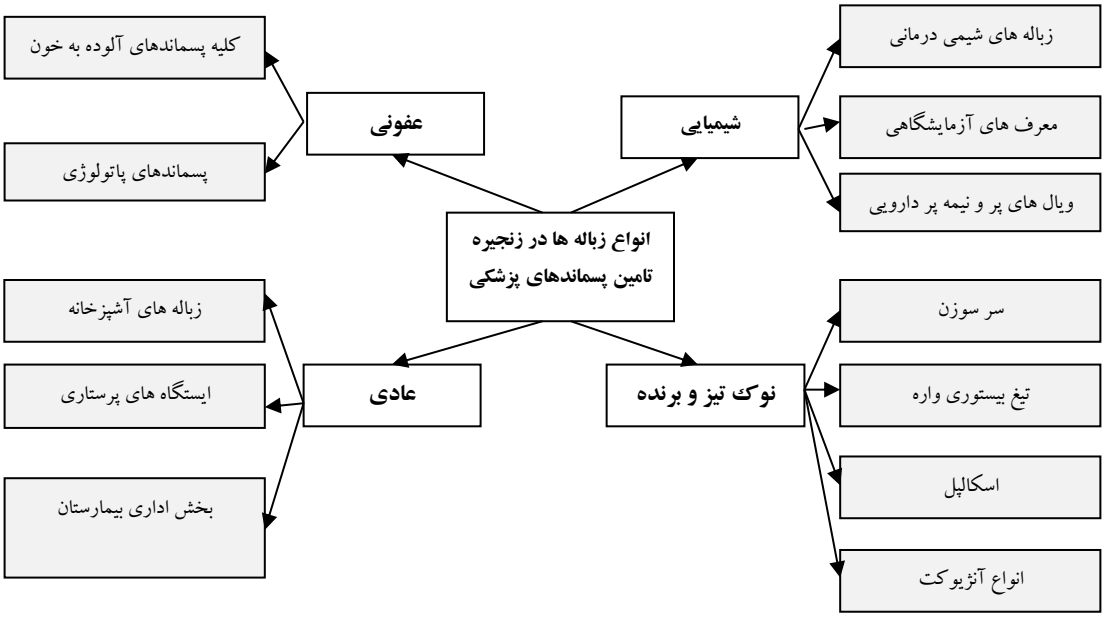
مطالعات نشان می¬دهد برای اجرای دقیق و کامل برنامه¬ی مدیریت پسماند در یک بیمارستان باید برای کلیه کارکنان، برنامه آموزش مدیریت پسماند تهیه و اجرا شود. هدف کلی برنامه آموزش محیط زیست در زمینه مدیریت پسماندبیمارستان برای کارکنان، بالا بودن سطح آگاهی آنها در زمینه خطرات بهداشتی و زیست محیطی پسماند بیمارستانی و تبیین وظیفه انها در برنامه مدیریت پسماند پزشکی است . (Faizal, Jayachitra, & Rajasekar, 2020) مساله تفکیک جمع¬آوری انتقال و دفع بهداشتی پسماندهای بیمارستانی از سه دیدگاه حایز اهمیت است: (۱) اطمینان از بهداشتی بودن خدمات و عدم ابتلا مردم به عفونت¬های بیمارستانی، (۲) حفظ بهداشت و سلامت کسانی که در این مراکز انجام وظیفه می¬نمایند (۳) جلوگیری از بروز مخاطرات زیست محیطی ناشی از جمع¬آوری و دفع غیر بهداشتی زباله¬های بیمارستانی (Amariglio & Depaoli, 2020) .

علیرغم مطالعات بسیار در مورد پسماندها، مطالعات زیادی در زمینه زنجیره تأمین معکوس پسماندهای پزشکی انجام نشده است. مطالعات مربوط به پسماندهای پزشکی عمدتاً از روش¬های بررسی استفاده می¬کنند و به طورکلی مفاهیم مدیریتی پسماند در مراکز بهداشتی مورد نظر آنها است. ارن و تازکایا فنّاوری¬های مختلف بی خطر سازی در استانبول، بزرگترین شهر ترکیه را بررسی کردند و سرمایه¬گذاری، حمل و نقل و هزینه¬های عملیاتی را برای هر روش مقایسه کردند (Eren & Tuzkaya, 2021). بگواتی و همکارانیک مدل پسماند برای جمع¬آوری، حمل و نقل، انتقال، بی خطرسازی و دفع پسماندهای پزشکی عفونی را مورد بررسی قرار دادند (Bhagawati, Nandwani, & Singhal, 2015).

### ۳. مدل مفهومی پژوهش

پس از بررسی مبانی نظری که عمدتاً از مطالعه ادبیات و متون جدید حاصل شده است، مدل مفهومی مربوط طراحی شد. بر اساس مدل زیر انواع زباله ها در زنجیره تامین پسماندهای پزشکی در چهار دسته طبقه‌بندی شده است. عوامل مورد اشاره در مدل زیر عبارتند از: پسماندهای عفونی، پسماندهای شیمیایی، پسماندهای نوک تیز و برنده و پسماندهای عادی. همچنین در این پژوهش به منظور تأیید ساختار مدل از روش تحلیل عاملی تأییدی استفاده شده است که نتایج آن در بخش روش پژوهش ذکر خواهد شد.

- پسماند های عفونی: که شامل کلیه پسماندهای آلوده به خون و فرآورده های خونی و پسماندهای پاتولوژی می باشد.
- پسماند های شیمیایی: که شامل زباله های شیمی درمانی – ویال‌های نیمه پر و پر داروئی ، معرف‌ها ی آزمایشگاهی می باشد.
- پسماند های نوک تیز وبرنده: که شامل سر سوزن – انواع آنژیوکت – شیشه های شکسته سرم و فرآورده های خونی وداروئی و هر گونه وسیله یکبار مصرف تیز وبرنده که در تشخیص ودرمان ومراقبت بیماران استفاده شده است.
- پسماند های معمولی یا شبه خانگی: که به طور عمده از کارکردهای خدمات اداری و عمومی این مراکز تولید می شود. شامل: زباله های آشپزخانه، آبدارخانه ، قسمت اداری مالی ، ایستگاه‌های پرستاری ، باغبانی و از این قبیل است.




شکل۱: انواع زباله ها در زنجیره تأمین پسماندهای پزشکی

**۴. روش شناسی**

پس از بازبینی پژوهش‌های معتبر پیشین از منظر زنجیره تامین پسماندهای پزشکی، به معرفی مدل مفهومی پژوهش، اقدام شده است و با ارائه مدلی در پی اهمیت‌سنجی هر یک از انواع پسماندها می‌باشد. بر این اساس با بکارگیری فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه در محیط فازی و با نظر سنجی از چندین متخصص و مدیران حوزه درمانی در شهرستان بوشهر، هدف ارزیابی محقق گردید. پس از ادغام نظرات خبرگان، با روشی که در ادامه بیان خواهد شد، اهمیت هر یک از انواع پسماندها را توسط تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی تعیین می‌گردد. از سوی دیگر، نرخ ناسازگاری برای ماتریس‌های تصمیم و نظرات خبرگان با روشی که در ادامه شرح داده می‌شود، محاسبه می‌گردد. همچنین در جدول ۱ مقیاس‌های زبانی برای مقایسات زوجی و معادل فازی آنها نشان داده شده است.

جدول ۱ . مقیاس های زبانی برای مقایسات زوجی و معادل فازی آنها

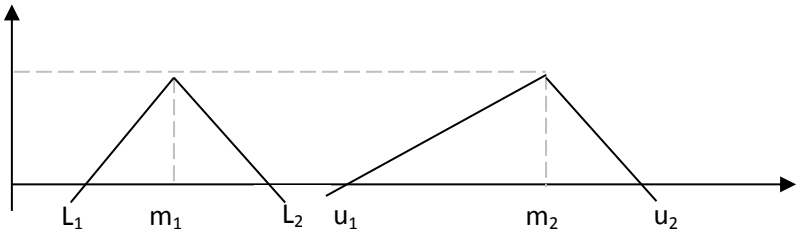
| مقادیر زبانی برای مقایسات زوجی | مقیاس‌های فازی مثلثی |
|---|---|
| خیلی کم | (۱،۲ ،۳) |
| کم | (۲،۳ ،۴) |
| متوسط | (۳،۴ ،۵) |
| زیاد | (۴،۵ ،۶) |
| خیلی زیاد | (۵،۶ ،۷) |

**۱،۴.روش تجزیه و تحلیل توسعه‌ای چانگ**

در سال ۱۹۹۶ روش دیگری تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای (EA ) توسط یک محقق چینی به نام چانگ ارائه گردید اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. در ادامه به تشریح روش محاسبه وزن‌ها در فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی بر اساس روش EA می‌پردازیم (مومنی،۱۳۸۹) .

محاسبه وزن‌ها در فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی[1] :

دو عدد فازی مثلثی $M_1=(L_1, m_1, u_1)$ و $M_2=(L_2, m_2, u_2)$ را در نظر بگیرید. آنگاه:




(رابطه۱)

$M_1+M_2 = (L_1+L_2, m_1+m_2, u_1+u_2)$ , $M_1 .M_2 = (L_1L_2 , m_1m_2 , u_1u_2)$

$$M_1^{-1}=(\frac{1}{u_1},\frac{1}{m_1},\frac{1}{l_1}) \qquad M_2^{-1}=(\frac{1}{u_2},\frac{1}{m_2},\frac{1}{l_2})$$

باید توجه داشت که حاصل ضرب دو عدد فازی مثلثی یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر یک عدد فازی مثلثی نیست و این روابط فقط تقریبی از حاصل ضرب واقعی دو عدد فازی مثلثی و معکوس یک عدد فازی مثلثی را بیان می‌کنند.

در روش EA برای هر یک از سطر های ماتریس مقایسات زوجی، ارزش Sk که خود یک عدد فازی مثلثی است به صورت زیر محاسبه می‌گردد :

(رابطه ۲)

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} \times \left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]^{-1}$$

که در آن k بیانگر شماره سطر و i و j به ترتیب نشان دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها می‌باشند.

در این روش پس از محاسبه Sk ها باید درجه بزرگی آنها را نسبت به هم بدست آورد . به طور کلی اگر$M_1$ و $M_2$دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی $M_1$ بر $M_2$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

(رابطه ۳)

[1] - Fuzzy AHP

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 & if\ m_1 \geq m_2 \\ V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) & if\ m_1 < m_2 \end{cases}$$

مشابه استدلالی که در بند قبل صورت گرفت، داریم:

(رابطه ۴)

$$hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) - (m_2 - m_1)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

(رابطه ۵)

$$V(M_1 \geq M_2, ..., M_k) = V(M_1 \geq M_2) and ... and ... V(M_1 \geq M_k)$$

همچنین برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسات زوجی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

(رابطه ۶)

$$W'(X_i) = \min\{V(S_i \geq S_k)\} \qquad k = 1,2,...,n, \quad k \neq i$$

بنابراین بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر خواهد شد:

(رابطه ۷)

$$W' = [W'(x_1), W'(x_2), ....., W'(x_n)]^T$$

که همان بردار ضرایب غیر موزون AHP فازی است.

برای موزون نمودن این ماتریس نیز کافی است از فرمول روبرو استفاده کنیم (اصغرپور،۱۳۸۸):

(رابطه ۸)

$$W_i = \frac{W'_i}{\Sigma W'_i}$$

**۲،۴. یافته های پژوهش**

همانگونه که بیان گردید، این پژوهش، با رویکردی کمی – مقایسه‌ای، هدف اهمیت‌سنجی و اولویت‌بندی هر یک از انواع زباله های پزشکی در زنجیره تامین پسماندهای پزشکی در شهر بوشهر را دنبال می‌کند. از اینرو ابزار جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه محقق ساخته می‌باشد. همچنین برای جمع‌آوری نظرات از روش نمونه‌گیری تصادفی از نوع طبقه‌ای استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش ۱۵۰ نفر از مدیران و پرسنل بیمارستان، اساتید دانشگاه و پزشکان می باشد. از اینرو از روش کوکران در سطح خطا ۵٪ و سطح اطمینان ۹۵٪ به منظور محاسبه تعداد نمونه استفاده گردید که ۱۰۹ پرسشنامه در جامعه آماری توزیع گردید و تعداد ۱۰۰ پرسشنامه برگردانده شد. همچنین به منظور دستیابی به هدف پژوهش از فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه در محیط فازی (تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی) و با نظر سنجی از چند متخصص و مدیر بیمارستان، برای بدست آوردن وزن و اولویت هریک از عوامل مطرح شده در مدل پژوهش استفاده گردید .

در این پژوهش از روش آلفای کرونباخ به منظور سنجش پایایی پرسشنامه مربوطه استفاده شده است. پایایی یک سنجه، توانایی آن در به دست‌آوردن نتایج سازگار می‌باشد. در این روش ( محاسبه آلفا) پایایی به عنوان سازگاری درونی عملیاتی می‌گردد، که میزان همبستگی درونی میان گویه‌های یک مقیاس را شکل می‌دهند. جدول ۲ مقدار آلفای کرونباخ به دست آمده برای معیارهای اصلی پژوهش را نشان می‌دهد. همانگونه که مشخص می‌باشد، کلیه اعداد به دست آمده نشان دهنده مقادیر خوبی می‌باشند. همچنین مقدار آلفای کرونباخ کل پرسشنامه ۰/۹۳۶ می‌باشد که میزان مطلوبی ارزیابی می‌شود.

جدول ۲. مقدار آلفای کرونباخ برای هریک از زباله های درمانی

| زباله ها | ضریب آلفای کرونباخ |
|---|---|
| نوک تیز و برنده | ۰/۷۶۸ |
| عادی | ۰/۷۵۳ |
| عفونی | ۰/۷۹۲ |
| شیمیایی | ۰/۹۰۲ |

به منظور تحلیل عاملی تأییدی از روش درست‌نمایی ماکزیمم برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شده است. ابتدا جدول کفایت مدل که شامل شاخص KMO است آورده شده است.

جدول ۳. مقدار شاخص KMO برای زباله های درمانی

| زباله ها | شاخص KMO |
|---|---|
| نوک تیز و برنده | ۰/۷۵۸ |
| عادی | ۰/۶۸۳ |
| عفونی | ۰/۶۶۸ |
| شیمیایی | ۰/۸۵۴ |

اندازه کفایت نمونه‌گیری KMO آزمون مقدار واریانس درون داده‌ها است که اگر بالاتر از ۶/. باشد قابل پذیرش و هرچه به یک نزدیکتر باشد بهتر است. در گام بعد با رویکرد تجزیه و تحلیل توسعه‌ای چانگ، اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها را برای مدل مفهومی پژوهش محاسبه گردیده، که به دلیل بالا بودن حجم محاسبات، فقط جداول نهایی در این پژوهش آورده شده است.

جدول۴ : رتبه‌بندی انواع زباله ها در زنجیره تامین پسماند پزشکی (با رویکرد چانگ)

| زباله ها | کد معیار | وزن | رتبه |
|---|---|---|---|
| شیمیایی | C1 | ۰/۴۴۲۷ | ۱ |
| عفونی | C2 | ۰/۲۹۶۳ | ۲ |
| عادی | C3 | ۰/۱۲۲۵ | ۴ |
| نوک تیز و برنده | C4 | ۰/۱۳۸۵ | ۳ |

بر اساس جدول شماره ۴ که برگرفته از خروجی روش چانگ می‌باشد، انواع زباله های مورد اشاره در مدل پژوهش رتبه‌بندی گردیدند. از اینرو می‌توان بیان داشت که زباله های شیمیایی رتبه اول، زباله عفونی رتبه دوم، زباله نوک تیز و برنده رتبه سوم و زباله های عادی رتبه چهارم را به خود اختصاص داده‌اند. در ادامه کلیه زیرمعیارهای مدل مفهومی نیز با رویکرد چانگ رتبه‌بندی شده‌اند، که در جدول ۵ آورده شده‌اند.

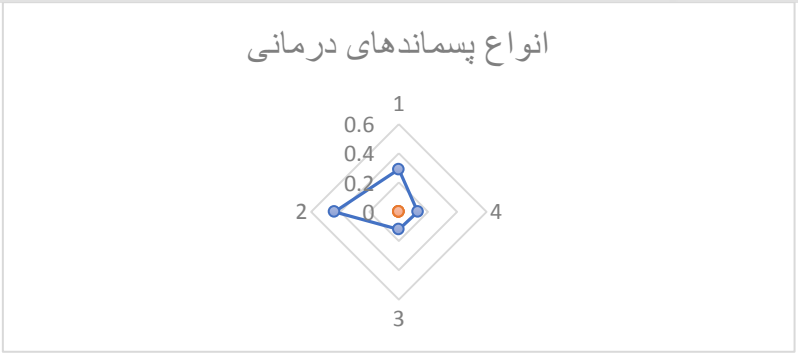
جدول ۵ : رتبه‌بندی زباله ها (با رویکرد چانگ)

| زباله ها | کد زیرمعیار | وزن | رتبه |
|---|---|---|---|
| زباله های شیمی درمانی | $S_1$ | ۰/۳۱۶۰۵۰ | ۱ |
| سر سوزن | $S_2$ | ۰/۰۴۰۰۱۲ | ۹ |
| معرف های آزمایشگاهی | $S_3$ | ۰/۱۳۲۷۳۶ | ۲ |
| اسکالپل | $S_4$ | ۰/۰۵۳۰۴۳ | ۷ |
| پسماندهای پاتولوژی | $S_5$ | ۰/۱۰۱۷۱۸ | ۳ |
| کلیه پسماندهای آلوده به خون | $S_6$ | ۰/۱۰۰613 | ۴ |
| انواع آنژیوکت | $S_7$ | ۰/۰۷۱۰۴ | ۶ |
| زباله های آشپزخانه | $S_8$ | ۰/۰۲۷۳ | ۱۰ |
| زباله ایستگاه های پرستاری | $S_9$ | ۰/۰۲۳۱۰۵ | ۱۱ |
| زباله بخش اداری | $S_{10}$ | ۰/۰۱۴۰ | ۱۲ |
| تیغ بیستور واره | $S_{11}$ | ۰/۰۴۷۲۳ | ۸ |
| ویال های پر و نیمه پر دارویی | $S_{12}$ | ۰/۰۷۳۱۵۳ | ۵ |

**۶. نتیجه گیری**

پسماندهای پزشکی جزء آلوده‌ترین و خطرناک‌ترین نوع زباله محسوب می‌شود که اگر در هنگام دفع و از بین بردن آنها نکات مهم و شیوه اصولی و مناسب انجام نشود؛ می‌تواند منجر به انتقال انواع بیماری و باعث ایجاد مشکلات شدیدی شود. با وجود روش‌های نوین جهت دفع پسماندهای بیمارستانی در بسیاری از مناطق کشور دفع این پسماندهای خطرناک همچنان به روش سنتی و از طریق " دفن " صورت می‌گیرد. دفن پسماندهای بیمارستانی ،علاوه بر آلودگی‌های زیست محیطی و آبهای زیرزمینی ، خطر گسترش برخی از بیماری‌ها را در پی دارد. دفن پسماندهای بیمارستانی و عفونی به شیوه های کنونی در کشور می تواند عواقب و پیامدهای جبران ناپذیری بدنبال داشته باشد. درحال حاضر در بیشتر کشورهای دنیا دفن پسماندهای بیمارستانی به روش بی خطر کردن واستریل کردن صورت می‌گیرد و این شیوه جایگزین دفع کردن پسماندهای بیمارستانی از طریق پلاسما کردن و دستگاه زباله سوز ، شده است. دفن پسماندهای بیمارستانی به روش کنونی و همچنین استفاده از زباله سوزبه دلیل آلودگی‌هایی که به همراه دارد به عنوان یک بحران جدی تلقی می‌شود.

از اینرو در این پژوهش از ابزارهای نوین علم مدیریت و روش‌های بهینه‌سازی اقدام به اولویت‌بندی و اهمیت‌سنجی هریک از انواع پسماندهای پزشکی در مدل پژوهش پرداخته شد. بر اساس نمودار راداری مدل پژوهش می‌توان نتایج زیر را از این پژوهش استخراج نمود.




شکل ۱. نمودار راداری انواع پسماندهای پزشکی

با توجه به نظر خبرگان و اولویت‌بندی انواع پسماندهای پزشکی و همچنین نمودار راداری فوق، پسماندهای شیمیایی از بیشترین اهمیت در بین انواع پسماندهای درمانی برخوردار می‌باشد. به عبارت دیگر این نوع پسماندها شامل جامدات، مایعات و گازهای زاید می باشد که به وفور در بیمارستان ها وجود دارد، در بخش های تشخیص و آزمایشگاه ها ماحصل نظافت و ضد عفونی بیمارستان، وسایل و ابزار تنظیف و ضدعفونی به اضافه داروها و وسایل دور ریختنی اتاق عمل بخش دیگری از این فضولات را تشکیل می دهند. مواد زاید شیمیایی ممکن است خطرناک باشند.

همچنین براساس نتایج این پژوهش، پسماندهای عفونی در رتبه دوم قرار گرفته است. این مواد شامل جِرم های پاتوژن در غلظت های مختلف هستند که می توانند به سادگی منجربه بیماری شوند. منشاء آن ها ممکن است پس مانده های آزمایشگاهی، جراحی و اتوپسی بیماران عفونی باشد. وسایل آغشته به جرم های عفونی در بیمارستان، شامل دستکش، وسایل جراحی، روپوش، لباس های بلند جراحی، ملحفه و غیره است. این زباله ها تقریبا ۱۰٪ کل پسماند های بیمارستانی را تشکیل می دهند. از وسایل جراحی سرنگ ها، اره های جراحی، شیشه های شکسته، کاردهای کوچک جراحی و غیره را می توان در یک دسته بندی خاص منظور کرد.

به طور کلی در مراکز درمانی، طیف گسترده ای از پسماند، تولید می شود. پسماندهای حاصل از قسمت های اداری و آشپزخانه از نوع پسماند عادی و خانگی است. در حالی که پسماندهای ناشی از اطاق عمل، کاملاً عفونی بوده و جزء پسماند عفونی و خطرناک به حساب می آیند. در تمامی بیمارستان ها پسماندهای خانگی تولید می شود. اجزایی مانند کاغذ، مقوا، کارتن، مواد پلاستیکی، پسماندهای آشپزخانه، قوطی های کمپوت و کنسرو، میوه و گل،شیرینی در پسماندهای مراکز درمانی وجود دارد. این مواد در صورتی که با مواد خطرناک و عفونی مخلوط نشود، بی خطر بوده و می توان آن‌ها را همانند پسماندهای خانگی، جمع آوری و حمل و دفع نمود. به این مواد، مواد زاید مشابه پسماند خانگی گویند .

**منابع**

[1] Peng, J., Wu, X., & Wei, D. (2020). Medical waste management practice during the 2019-2020 novel coronavirus pandemic: Experience in a general hospital. American Journal of Infection Control.

[2] Ilyas, S., Srivastava, R., & Kim, H. (2020). Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. Science of The Total Environment.

[3] Zamparas, M., Kapsalis, V., & Kalavrouziotis, I. (2019). Medical waste management and environmental assessment in the Rio University Hospital, Western Greece. Sustainable Chemistry and Pharmacy.

[4] Fletcher, C., Clair, R., & Sharmina, M. (2021). A framework for assessing the circularity and technological maturity of plastic waste management strategies in hospitals. Journal of Cleaner Production.

[5] Wei, Y., Cui, M., & Guo, Q. (2020). Environmental challenges from the increasing medical waste since SARS outbreak. Journal of Cleaner Production.

[6] Agrawal, P., Kaur, G., & Kolekar, S. (2020). Investigation on biomedical waste management of hospitals using cohort intelligence algorithm. Soft Computing Letters.

[7] Sangkham, S. (2020). Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering.

[8] Dharmaraj, S., Ashokkumar, V., & Ngamcharussrivichai, C. (2021). Pyrolysis: An effective technique for degradation of COVID-19 medical wastes. Chemosphere.

[9] Korkut, E. (2018). Estimations and analysis of medical waste amounts in the city of Istanbul and proposing a new approach for the estimation of future medical waste amounts. Waste Management.

[10] Zhou, J., & Woon, K. (2022). A systematic review of life cycle assessment of solid waste management: Methodological trends and prospects. Science of The Total Environment.

[11] Su, G., Ong, H., & Chong, C. (2021). Valorisation of medical waste through pyrolysis for a cleaner environment: Progress and challenges. Environmental Pollution.

[12] Aung, T., Luan, S., & Xu, Q. (2019). Application of multi-criteria-decision approach for the analysis of medical waste management systems in Myanmar. Journal of Cleaner Production.

[13] Faizal, U., Jayachitra, R., & Rajasekar, M. (2020). Optimization of inbound vehicle routes in the collection of bio-medical wastes. Materials Today.

[14] Amariglio, A., & Depaoli, D. (2020). Waste management in an Italian Hospital's operating theatres: An observational study. American Journal of Infection Control.

[15] Eren, E., & Tuzkaya, U. (2021). Safe distance-based vehicle routing problem: Medical waste collection case study in COVID-19 pandemic. Computers & Industrial Engineering.

[16] Bhagawati, G., Nandwani, S., & Singhal, S. (2015). Awareness and practices regarding bio-medical waste management among health care workers in a tertiary care hospital in Delhi. Indian Journal of Medical Microbiology.